

Artes, ciencias y tecnología: un «triángulo virtuoso» por descubrir

Gabriel Matthey Correa¹

1. Los peligros de la especialización y fragmentación del conocimiento, a modo de diagnóstico²

Uno de los principales problemas que tuvo el desarrollo del conocimiento en el siglo XX, fue su excesiva parcelación a través de la especialización. Cada cual se encerró en su burbuja, ninguneando al resto, lo cual finalmente impidió tener una visión de conjunto. De esa manera entramos en una dinámica de ignorarnos los unos a los otros; es decir, caímos en la fragmentación del conocimiento y, con ello, en la “interignorancia”. La obsesión por querer saber cada vez más de menos fue la trampa. Avanzamos por un lado, pero retrocedimos por otros tantos, causando demasiadas contradicciones que, como un efecto búmeran, terminaron por venirse en nuestra propia contra. Los árboles no nos dejaron ver el bosque y, producto de ello, causamos una crisis generalizada en el planeta (calentamiento global, crisis climática).

¹ Compositor e Ingeniero Civil, Magíster en Gestión Cultural, profesor de la U. de Chile. También es profesor en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE, en gestión cultural y gestión musical. Asimismo, colabora en el Archivo de Música de la Biblioteca Nacional, en el campo de la gestión del Patrimonio Musical Chileno.

² Ver “Conocimiento y desarrollo en el siglo XXI: entre soberbias, ignorancias y sabidurías”, de Gabriel Matthey Correa. Santiago de Chile: *Cuadernos de Beauchef*, Volumen I, 2018, pp. 27-45. Ver también “El conocimiento en la postpandemia: fronteras difusas, puntos de encuentro”, en <https://www.youtube.com/watch?v=mzFxG5eB3WY>. Se trata de una exposición realizada por el mismo autor, el 9 de noviembre de 2020, en el Festival Cultural “Juan García Esquivel”, del Instituto Politécnico Nacional, IPN, de México.



Figura N°1³.

Sin duda que el peor enemigo del ser humano es el propio ser humano; en especial por nuestra soberbia y ambición. El problema es que no queremos reconocerlo ni menos asumirlo. Ante las adversidades, frecuentemente escondemos la cabeza bajo la tierra –como el avestruz– o barremos el polvo bajo la alfombra. De hecho, a nivel político y económico, cada cierto tiempo aparecen “líderes” que caen en este tipo de aberraciones, transformándose ellos mismos en una amenaza. Fue el caso de Donald Trump (presidente de EE.UU. entre 2017 y 2021) y de Jair Bolsonaro (presidente de Brasil entre 2019 y 2023). En buena hora, sin embargo –aunque en forma tardía y reactiva–, el mundo poco a poco ha ido tomando mayor consciencia al respecto. No obstante, ni el calentamiento global ni la crisis climática fueron suficiente; fue necesaria la crisis pandémica (Covid-19) para recién reaccionar.

Paralelamente, en pleno siglo XXI hay otro fenómeno que está generando cambios profundos. Se trata del fin de la «era in-

³ Figura usada en charla *Rompamos la Cuadratura*, ofrecida por el presente autor el 11 abril de 1991, en la Torre Central –actualmente nombrada “Justicia Espada Acuña”–, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile.

dustrial» –principal causa de la crisis ambiental–, que da un paso irreversible hacia la «era digital». Esto va asociado al uso de tecnologías y energías limpias y, ojalá, a modelos de desarrollo sostenibles y saludables. Se trata de cambios paradigmáticos, sin duda, que implican enfrentar problemas sistémicos, multifactorialmente. Por lo pronto, los avances en inteligencia artificial exigen de conocimientos interdisciplinarios y, con ello, del trabajo en equipo. Es el caso del diseño y construcción de robots –la cibernética–, que requiere de conocimientos sobre sistemas, informática, electricidad, mecánica, resistencia de materiales y tanto más. Con mayor razón si se trata de “humanoides”, en que al menos hay que agregar neurociencia, lenguaje, psicología y estética.

En general, actualmente nos estamos enfrentando a problemas más complejos que exigen soluciones también más complejas, lo cual solo es posible a través de un trabajo interdisciplinario. La propia crisis climática es un ejemplo de ello⁴. Urge entonces salir de las antiguas burbujas disciplinarias e ir más allá de los límites del conocimiento especializado. Solo así se podrá acceder a un conocimiento más amplio, completo y profundo, necesario para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

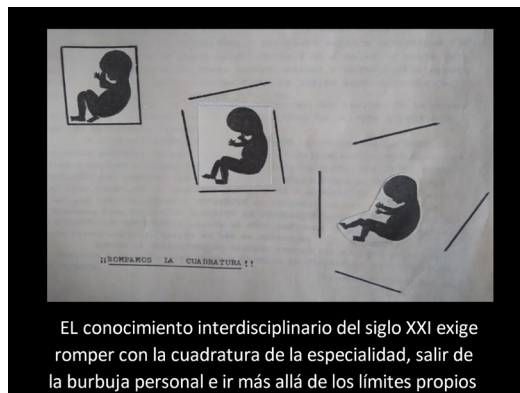


Figura N° 2^o.

⁴ Efectivamente, la solución de la crisis climática requiere de la conjunción de disciplinas tales como la geofísica, climatología, biología, agricultura, economía, ingenierías, ecología, psicología, sociología, estadística, política, comunicaciones, entre otras.

⁵ Figura usada en la misma charla citada anteriormente.

2. Dicotomías del conocimiento occidental: entre el cuerpo y el alma, la Tierra y el Cielo

Ya Platón, con su “alegoría de la caverna”, estableció una separación entre la Tierra y el Cielo, el mundo sensible y el mundo de las ideas. Él sostenía que el ser humano, desde que nace, vive “encadenado” dentro de una “caverna”, donde solo puede ver las sombras de la realidad, aquella que solo existe en el mundo ideal. Esto alude directamente a nuestro conocimiento, en tanto no tiene sus límites claros. Se trata de un dualismo ontológico-antropológico, que da cuenta de la doble dimensión en la que vivimos atrapados: el cuerpo asociado al mundo sensible, tangible; el alma asociada al mundo ideal, intangible.

Aristóteles –como discípulo de Platón– reforzó esta dicotomía, pero enfatizando especialmente la importancia de la experiencia como base del conocimiento. Concentró su filosofía en la dimensión sensible de la realidad, según la cual cada cosa material está constituida por una sustancia, la cual se organiza como tal gracias a su forma. No por casualidad, para muchos fue el creador del método científico y de las propias ciencias de la naturaleza. Por ello se le considera el padre del “realismo” (empirismo sensible), en contraposición a su maestro a quien, paradójicamente, se le considera el padre del “idealismo” (abstracción teórica). Así, entre Platón y Aristóteles –entre el idealismo-abstracto y el realismo-empírico– se construyó la cultura occidental que hoy conocemos –reforzada por el cristianismo–, cuyo dualismo todavía persiste, asociado a una dicotomía que nos ha causado muchas contradicciones aún no resueltas.



**Fragmento de "La Escuela de Atenas"
(1510-1512, pintura renacentista)
Rafael Sanzio, Italia**

Figura Nº3.

La muestra anterior es una síntesis del conflicto, que da cuenta del idealismo de Platón, quien apunta con su dedo hacia arriba (el Cielo), y del realismo de Aristóteles, quien apunta con su mano hacia abajo (la Tierra). Esta dialéctica que busca interpretar la realidad humana, en gran medida ha sido una constante en la historia de la filosofía (en complicidad con el lenguaje). El propio Descartes llegó al límite cuando dijo: *Pienso, luego existo*, en tanto con ello otorgó al pensamiento una existencia autónoma –de orden metafísico– indistintamente de lo que pudiese ocurrir en el mundo sensible. Su impacto en Occidente fue tan grande, que se llegó a considerar que el alma está separada del cuerpo y, consecuentemente, el ser humano

pasó a entenderse como una entidad en permanente contradicción⁶, dicotomía que nos dejó atrapados en una permanente lucha entre la tierra y el cielo; la vida y la muerte⁷.

Ahora bien, el conocimiento propiamente puede entenderse como un recurso humano que permite relacionarnos con la realidad o, más precisamente, con representaciones de la realidad. Así, entonces, el conocimiento puede tener diferentes facetas para concebirse y desarrollarse, sea a través del idealismo (racionalismo), sea a través del empirismo (ciencias), o combinaciones de ambas. Se trata de una encrucijada que puede ser propia de la filosofía, de las ciencias, o también de las religiones, pero no de las artes. He aquí el poder de estas últimas, que comienzan justamente donde termina la dicotomía anterior. De hecho, lo que la filosofía y las ciencias no puedan explicar, las artes lo han de insinuar, indistintamente si lo hacen desde un plano físico o metafísico, empírico-sensible o racional-ideal (o en una mezcla de ambos). En el caso de las artes contemporáneas, estas pueden incluso ir más allá de la naturaleza; se burlan de ella, se burlan de la vida y de la muerte, se burlan del propio ser humano, de nuestras hipocresías y contradicciones; van más allá de las ciencias y la filosofía; más allá del conocimiento. Las artes contemporáneas tienen la capacidad de burlarse de sí mismas, de la ignorancia humana, de nuestros propios límites y subjetividades.

3. Origen de la tecnología y su relación con las artes y las ciencias

Si hay algo característico y propio del ser humano, es la tecnología. No solo somos *homo sapiens* sino también *homo faber*; es decir, personas hacedoras de cosas, que fabricamos cosas. En efecto, por razones de supervivencia, la tecnología es una de las primeras manifestaciones netamente humanas. Ya cuando usamos el cuero

⁶ Ver el *Error de Descartes* de Damasio R., Antonio (1996).

⁷ Frente a esta dicotomía, se entiende que diferentes religiones hayan buscado una solución, asumiendo que el alma puede acceder a una vida eterna o, alternativamente, a una reencarnación.

animal para abrigarnos, el tronco de un árbol para cruzar un riachuelo, o una piedra o concha afilada para cortar la carne, hemos hecho tecnología.

Por su parte las artes, que surgieron casi simultáneamente, poco a poco fueron mostrando su faceta metafísica, aunque durante mucho tiempo “lo concreto” se confundió con “lo abstracto”. De hecho, Aristóteles habló de *tékne* –como un saber práctico–, para referirse indistintamente a la artesanía y a las artes. En el fondo él estaba refiriéndose a nuestra capacidad para hacer cosas y “producir algo nuevo”, sin existencia previa. Oficios cotidianos se confundían con la pintura y la escultura, dentro del mismo concepto de *tékne*. Y si bien después la artesanía y las artes se separaron, ambas se mantuvieron dentro del ámbito *del hacer*, aunque con objetivos muy diferentes. No obstante, llegó el momento en que el *homo sapiens* también hizo su parte, incorporando el pensar para intentar mejorar las cosas: en la artesanía, a partir del diseño; en las artes, a partir del pensamiento crítico, siempre con la ayuda de la imaginación, la creatividad y, por cierto, la intuición.

Con todo esto, en términos concretos, la tecnología desde un principio ha estado presente en las artes. Por ejemplo, ya en las primeras pinturas rupestres, cuando fue necesario fabricar tintes y pinceles. O en la música, cuando, además de la voz, se necesitaron diferentes instrumentos para generar sonidos. Y si bien los tambores primitivos fueron simples troncos ahuecados, casos como el violín, el oboe o un órgano a tubos, son objetos de alta complejidad tecnológica. Entonces, el “saber práctico” desde un comienzo participó de diversas formas en las artes, incluso actualmente con sofisticadas alternativas en “modo digital”. Lo propio vale para la arquitectura, cuyas formas y estructuras dependen de la geometría y propiedad de los materiales, así como de las herramientas, métodos y técnicas constructivas. Claramente, no existen las artes ni la arquitectura sin tecnología. Es más, gracias a los avances tecnológicos, las artes y la arquitectura han venido mutando hasta nuestros días, tanto en su lenguaje como en sus recursos expresivos.

En el caso de las ciencias, sin embargo, el camino fue diferente, aunque las matemáticas elementales también afloraron desde los primeros días de la humanidad, tan solo por la necesidad de contar, medir y distribuir. “Los orígenes de las Matemáticas, con mayúscula, tal y como las conocemos en nuestra cultura, se remontan a miles de años... [...]..., se fraguaron con ideas de diferentes partes y de diferentes pueblos” (Albertí, 2011: 11).

Pero no hay que olvidar que, junto con satisfacer nuestras necesidades básicas, las ciencias al comienzo se desarrollaron en forma holística, por ejemplo, la química unida a la alquimia; la astronomía a la astrología. No obstante, milenios después surgió el método científico propiamente tal, cuando ya se disponía de suficiente experiencia –con ensayos y errores–, junto a mediciones e información cuantitativa sobre la naturaleza. Al respecto, hoy se reconoce a Galileo Galilei como el padre de las ciencias modernas, sin olvidar la importancia que también tuvieron Nicolás Copérnico y el propio Aristóteles.

Visto en perspectiva, actualmente la conexión de la tecnología con las ciencias es directa. Incluso, el orden se ha invertido, pues ahora en muchos aspectos es la tecnología la que se nutre de las ciencias, en tanto “ciencias aplicadas”. En efecto, la tecnología usa las “leyes ocultas” de la naturaleza a su favor (por ejemplo, a partir de la mecánica, termodinámica, electricidad o mecánica cuántica). En general, la tecnología se apropia de las ciencias para fabricar diferentes extensiones de nuestras capacidades humanas (físicas y mentales), en función de satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones, más allá, incluso, que la naturaleza. “El bienestar y no el estar es la necesidad fundamental para el hombre, la necesidad de las necesidades” (Ortega y Gasset, 1965: 26). Así por ejemplo, para diseñar estructuras metálicas hay que conocer las propiedades mecánicas de los materiales, tal como para una máquina a vapor se necesita saber termodinámica. Por su parte, la electricidad la conseguimos a partir de turbinas acopladas a generadores, donde la energía potencial del agua se transforma en energía mecánica y, luego, en energía eléctrica. De este modo, “el desocultar imperante en la técnica moderna es un provocar que pone a la naturaleza en la exigencia de liberar

energías, que en cuanto tales puedan ser explotadas y acumuladas” (Heidegger, 1983: 81).

Hoy, tal como existen sofisticados microscopios para acceder al mundo atómico y molecular, también existen sofisticados telescopios para adentrarse en las inmensidades del Universo. Existen poderosos computadores, algoritmos e inteligencia artificial que ayudan a procesar grandes cantidades de datos (Macro Datos, Big Data). El propio acelerador de partículas, que es capaz de hacer experiencias a altas velocidades –cercanas a la de la luz–, es una gran osadía tecnológica al servicio de la investigación científica. De esta manera, día a día, la tecnología y las ciencias se retroalimentan recíprocamente.

4. El lenguaje como generador de conocimiento y/o de interignorancia

Está claro que el lenguaje es fundamental tanto en la comunicación cotidiana como en la exploración, investigación e intercambio de datos, junto al manejo de información y generación de conocimiento. El lenguaje se construye a partir de diferentes códigos, según sean las necesidades cognitivas, expresivas y comunicacionales. Lo importante es no olvidar que sin lenguaje –o “lenguaje”, como diría Humberto Maturana– no es posible la vida humana, menos su desarrollo.

No por casualidad el lenguaje se adquiere en el lugar de la infancia, pero el problema surge cuando las personas se van moldeando –y/o restringiendo– por sus estudios formales, debido a su capacitación técnica y/o disciplinaria, en tanto cada campo laboral y/o disciplinar se expresa a través de sus propios códigos. Si bien esto permite producir conocimiento práctico y teórico, simultáneamente genera barreras comunicacionales y, con ello, barreras y/o fracturas cognitivas que se traducen en fragmentaciones sociales y culturales. De allí surge “la interignorancia” antes referida e, inevitablemente, el “subdesarrollo humano”. Los trabajos, profesiones y disciplinas

tienden a refugiarse en sus propios lenguajes –incluidas las universidades–, lo cual se traduce en hermetismo y autorreferencia –en burbujas cognitivas– y, con ello, en barreras que impiden interactuar con los demás y acceder a un genuino desarrollo.

Concordante con lo anterior, en plena Edad Media y Renacimiento europeo diferentes artistas pintaron la “Torre de Babel”, aludiendo al relato bíblico que castiga a los pueblos separándolos por lenguas, debido “al pecado” que significó la soberbia humana (obsesionada por querer ser igual que Dios: tener todo el poder y el control). En esencia, en la actualidad ello persiste; no obstante, ahora el problema se debe a la fragmentación del conocimiento, justamente producto de los lenguajes especializados.



Figura Nº 4.

Frente a esta realidad cercenada, por mucho que se sepa de cierta materia, mientras cada cual se mantenga encerrado dentro de su propia burbuja disciplinaria, continuará ignorando al resto. Dificilmente, entonces, se podrá contribuir a un conocimiento más profundo, ni menos tener una visión amplia e integral del conjunto. De allí la importancia de explorar en diferentes conexiones interdisciplinarias, en este caso a través del «triángulo virtuoso» que nos convoca:

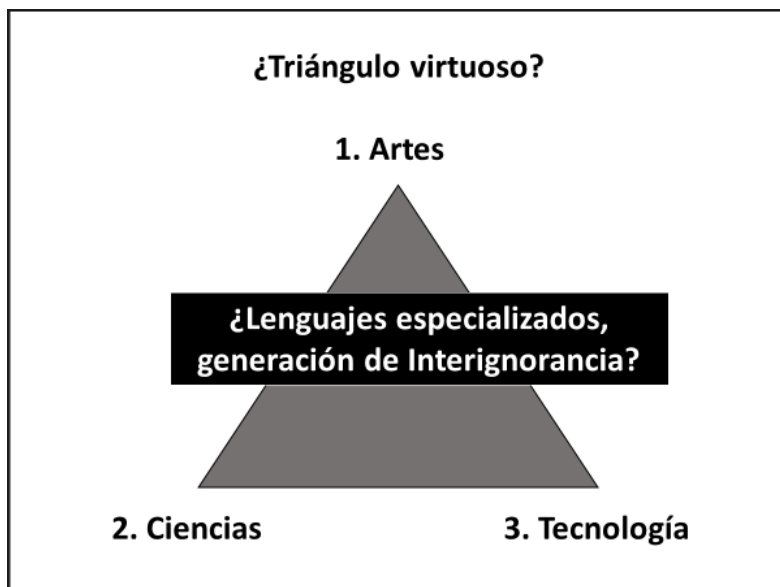


Figura Nº 5.

A propósito de este triángulo, se suele decir que “el lenguaje crea realidades”; pero en rigor el lenguaje solo crea representaciones de realidades. El lenguaje es un sistema de símbolos, de códigos estructurados que se asocian con las cosas para identificarlas y, por esta vía –sobre la base de una suerte de “contrato social”–, lograr cierta comunicación. En el caso aquí considerado, las artes, las ciencias y la tecnología tienen sus propios códigos y lenguaje, que igual requieren de puentes para poder interactuar y generar sinergia.

4.1 Lenguajes especializados – códigos restringidos

Como seres humanos, tenemos la capacidad de crear diferentes tipos de lenguaje según nuestras necesidades relacionales. Gracias a ello creamos el lenguaje verbal, el cual nos permite comunicarnos cotidianamente entre nosotras/os, tanto para satisfacer nuestras necesida-

des básicas, como nuestras necesidades sociales, políticas u otras más avanzadas –de orden metafísico–, donde aparecen vinculadas la filosofía y la teología, entre otras disciplinas. Adicionalmente, el lenguaje verbal tiene el poder de constituirnos como seres históricos, capaces de registrar nuestras experiencias y memoria a través de la escritura.

En el caso de las ciencias, si bien el lenguaje verbal ayuda, se hace imprescindible construir y disponer de un lenguaje especial –cuantitativo– que sirva para contar, medir y relacionar cosas –o situaciones– a partir de sus características concretas. Así surgen las matemáticas: la aritmética y la geometría, las cuales desde sus bases evolucionaron hasta descubrir el álgebra y la geometría analítica, junto al cálculo diferencial e integral, incluidas las ecuaciones diferenciales y tanto más. Gracias a ello, hoy existe una diversidad de disciplinas que pueden desarrollar sus conocimientos a partir del lenguaje verbal y matemático; es decir, a través de dos lenguajes complementarios muy potentes: el cualitativo y el cuantitativo. Y valga enfatizar que ambos son igualmente necesarios para la vida y desarrollo humanos, en tanto los números no funcionan por sí solos, a menos que se establezcan puentes verbales.

4.2 El lenguaje artístico

En las artes el lenguaje opera en forma especial, a veces incluso a partir de signos y códigos que no tienen un significado específico: se trata de “códigos abiertos”. La razón es muy simple: se trabaja con códigos sensoriales –auditivos, visuales, cinéticos...–, cuyos significados toman vida y sentido una vez que se hacen parte de la obra misma. Incluso, a partir de la experiencia artística propiamente, una vez que la obra interactúa con el público. Aquí cada persona del público es libre de construir su propio significado. Justamente allí radica la fuerza de las artes: son un poderoso recurso que nos permite ejercer la libertad personal. Además, ya se decía que las artes son intrínsecamente metafísicas, trascienden a la naturaleza y, con ello, a las ciencias y a la tecnología. En cierta medida, las artes son “trans-humanas”: van más allá de nuestra propia especie.

Esto explica que las artes avancen siempre en la punta, adelantadas, trascendiendo al tiempo y al espacio. Consecuentemente, ellas suelen operar como contracultura, como provocadoras del *statu quo*, como agentes de cambios –transformadoras cognitivas y socio-culturales–, contribuyendo a ampliar nuestra mente, emocionalidad y corporeidad humanas. Las artes permiten expandir y ampliar nuestra existencia; nuestra forma de ver, entender y relacionarnos con el mundo. Por algo, en el caso de la literatura, existe “la ciencia ficción”, la cual es capaz de anticiparse directamente a las ciencias y a la tecnología. Así también existe la poesía, que al ser un metalenguaje es capaz de ir más allá de la lengua y, por ende, de la lingüística y la filosofía.

Las artes buscan trascender a su propio lenguaje, a sus propios códigos y límites, derivando en metalenguajes. En este sentido, lo metafórico es solo el comienzo; más vale lo que sigue, aquello que va más allá de la metáfora, dependiendo de la creatividad, tanto de los/as artistas como del público. Por ello, a diferencia de las ciencias y la tecnología –que en su objetivo final buscan respuestas y soluciones–, en el caso de las artes su principal objetivo está en generar preguntas y problemas, sin que importen mucho las respuestas y soluciones. Ello, porque a las artes les interesa estimular la exploración, la expansión del espíritu, de la mente y emocionalidad humanas. Las verdaderas obras de artes son aquellas capaces de formular “grandes preguntas” –¡abrir mundos!–, no aquellas que se esmeran en formular “grandes respuestas” –¡clausurar mundos!–.

4.3 Trascendiendo a los conocimientos específicos: cápsulas y burbujas - fronteras y paradojas

Que cada disciplina tenga su propio valor no está en discusión; sin embargo, el solo hecho de encerrarse en sí misma –dentro de su cápsula o burbuja–, puede resultar muy negativo tanto para las personas que las practican como para el conocimiento en su conjunto. Cuando los árboles no dejan ver el bosque, es muy fácil perderse y caminar sin un rumbo claro.

Frente a ello, si se desea salir de la cápsula o burbuja, es decir, “romper la cuadratura” de la especialidad –cualquiera que sea esta–, es fundamental tener una actitud autocrítica y abierta, una que permita reconocer y aceptar que existen otras disciplinas igualmente válidas e importantes, que también son muy necesarias para poder construir un conocimiento más completo, profundo y cercano a la realidad. Esto de por sí exige humildad, junto con recuperar la curiosidad y capacidad de asombro; es decir, recuperar aquel “niño o niña interior” que existe en cada persona. Consecuentemente, exige recuperar la capacidad lúdica y perderle el “temor al ridículo”; el miedo al error y a las preguntas que, como parte de la vida misma y del desarrollo del propio conocimiento, son tanto o más importantes que los aciertos y las respuestas (en especial en las artes, según se decía).

Ahora bien, cuando se profundiza un poco más en cualquier disciplina, se llega a un punto en que “las verdades” pierden su fuerza original y empiezan a relativizarse y, con ello, a tergiversarse. Esto ocurre en las fronteras del conocimiento, allí donde las especialidades dejan su jurisdicción y tienden a confundirse con otras. Es en los bordes donde comienzan a generarse las necesidades de establecer puentes y puntos de encuentro; es allí donde surge la necesidad de las prácticas interdisciplinarias. En tal sentido, un cuadro que causó mucho revuelo se muestra en la siguiente figura, cuyo artista justamente se atrevió a jugar con las fronteras de su disciplina, combinando el lenguaje verbal con el lenguaje visual-pictórico:



Figura Nº 6.

Para muchos teóricos este cuadro dio inicio el arte conceptual; no obstante, vale la pena precisar que las artes siempre son conceptuales. En todo caso, Magritte conscientemente quiso decir que el arte jamás puede ser la realidad, sino que es solo una representación de ella; solo una imagen de ella (tal cual se dijo en relación con el lenguaje verbal). En el cuadro, claramente la imagen no es una pipa, sino una representación de ella. Asimismo, *Esto no es una pipa* es solo una frase y no propiamente una pipa.

Asumiendo, entonces, las limitaciones del lenguaje, en poco tiempo ello significó una gran revolución para el conocimiento en general: un cambio de paradigma que influyó en todas las disciplinas, incluida las ciencias. Y valga aclarar que esto no fue nada nuevo, pues en el fondo alude al antiguo concepto kantiano acerca de la imposibilidad de acceder a *la cosa en sí*. De este modo, Kant ya había dado cuenta de las limitaciones que tiene el lenguaje en relación con el conocimiento.

Haciéndose eco de problemas similares, las ciencias protagonizaron un giro en su propio lenguaje, dando por superada la idea de “leyes científicas”, para dar paso a un nuevo concepto, cual es el de “modelo científico”. Así ocurrió con la conocida “Ley de Newton”, que relaciona la fuerza con la masa y aceleración de un cuerpo ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$), o también con la conocida “Ecuación de Einstein” ($E = m \cdot c^2$), que relaciona la energía con la masa y la velocidad de la luz. Ambas expresiones hoy se consideran como “modelos” (y no como “leyes”), en tanto no son la realidad misma, sino que únicamente una representación matemática de ella, asumiendo las limitaciones que ello significa.

Dentro de esta misma senda, otro paso importante dado por las ciencias y la filosofía fue reconocer que los modelos científicos no son eternos ni definitivos, sino útiles y verosímiles mientras no se demuestre lo contrario. Gracias a ello se dejó atrás la soberbia científica decimonónica, toda vez que hoy se reconoce y asume que las “verdades científicas” también pueden ser provisorias y superadas. En efecto, los modelos científicos ahora deben ser constantemente sometidos “a pruebas”, en función de las nuevas capacidades técnicas para observar y/o medir los fenómenos, cuyos nuevos resultados pueden contradecir a los anteriores. Así, cada modelo científico puede ser válido mientras no surja una observación y/o alguna medición que lo contradiga o considere falso (“falsabilidad” o “falseamiento científico”, Popper, 1934). El ejemplo típico es respecto al tamaño del Universo, el cual ha ido aumentando en la medida que han ido mejorando los telescopios, demostrándose que, finalmente, el conocimiento científico es relativo y provisorio, acorde a lo que podamos medir; a los datos y/o información confiable que tengamos disponibles.

De este modo, el concepto de “modelo científico” asume las limitaciones que tiene el lenguaje, aceptando la posibilidad de ser provisorio. Lo que en un principio puede parecer una verdad, fácilmente puede transformarse en una mentira, dependiendo de cómo se midan o se digan las cosas. Por ejemplo, en el citado cuadro de Magritte, si la frase dijese “Esto es una pipa”, ella sería una gran mentira, pues en realidad solo se trata de la imagen de una pipa; es

decir, de una representación. Así las cosas, en la medida que se explora en el lenguaje se empiezan a encontrar limitaciones, paradojas o contradicciones, especialmente en las fronteras de las disciplinas, demostrando que ninguna de ellas es autónoma ni autosuficiente.

Otro ejemplo interesante que considerar surge de la lógica tradicional. Bien sabemos que si una proposición “ p ” es verdadera, su opuesto “no p ” (“ $\sim p$ ”) es falsa. O, por el contrario, si una proposición “ q ” es falsa, su opuesto “no q ” (“ $\sim q$ ”) es verdadera. Pero obsérvese la siguiente situación:

P: “Esta oración tiene seis palabras”

Si se cuentan las palabras, se constata que la proposición es falsa, pues la proposición solo tiene cinco palabras. Pero veamos ahora qué ocurre con su negación:

$\sim P$: “Esta oración no tiene seis palabras”

Si se cuentan las palabras, se constata que efectivamente la proposición tiene seis palabras; es decir, la negación también es falsa. ¡Qué extraño: tanto “ P ” como “ $\sim P$ ” son falsas!.... Aquí claramente algo no está funcionando bien...

Lo que ocurre es que, por un lado, hay un juego tautológico, en cuanto a que la frase se está refiriendo a sí misma y, por otro, hay una mezcla de lenguajes –verbal y matemático–, que aquí se confunden y, por tratarse de códigos diferentes, generan paradojas y/o contradicciones. Definitivamente, la mezcla de lenguajes –códigos– no asegura coherencia, sino al contrario, incoherencias.

Un último ejemplo para considerar es la frontera que nos ofrece la física, cuando nos dice que un límite muy claro en la naturaleza es la velocidad de la luz $c = 300.000$ km/hora (aprox.). Cabe señalar que esta restricción se ha comprobado experimentalmente, aunque al parecer hay situaciones en que “ c ” podría superarse levemente. Desde el punto de vista matemático, a partir de las famosas “Transformaciones de Lorentz” (γ y β) –presentes en la Teoría de la

Relatividad de Einstein—, recuérdese que el factor γ equivale a:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

En dicha expresión, bien se puede observar que, si la velocidad “ v ” de un cuerpo adquiere la misma velocidad de la luz “ c ”, entonces, el denominador de la ecuación se hace cero y, por lo tanto, el factor “ γ ” es infinito o indeterminado. Esto matemáticamente no tiene solución, así como físicamente no es posible. De esta manera, la propia luz se encarga de ponerle límites a la física, tal como el “número cero” le pone límites a las matemáticas. No por casualidad Albert Einstein se refirió a la luz como *la sombra de Dios*. Tal cual, cuando nos ubicamos en las fronteras del conocimiento, las matemáticas y la física se pueden transformar en poesía. La verdad física se hace inalcanzable más allá de la velocidad de la luz, donde solo habita la oscuridad y la ignorancia —inuestra ignorancia!— (recuérdese la energía y la materia oscuras).

Visto lo anterior, en general, lo importante es constatar que cada disciplina tiene su propio lenguaje y, con ello, sus propios códigos y límites. No existen verdades absolutas ni disciplinas superiores, sino que cada cual aporta lo suyo, complementariamente, en la medida de sus posibilidades y ámbitos de trabajo. De allí la necesidad de operar en equipos y, con ello, construir puentes comunicacionales que ayuden a entenderse y a potenciarse recíprocamente, junto con avanzar en la construcción de un conocimiento más integral, amplio y profundo.

5. Relación entre forma/contenido: códigos (o decodificaciones) que ayudan a establecer puentes

Toda entidad física –natural, humana o artificial– tiene forma y contenido; sin embargo, su mayor riqueza no radica ni en la forma ni en el contenido, sino en la relación entre ambos. Es a partir de dicha relación desde donde surgen claves que contienen los significados y valores más profundos, cualquiera sea la disciplina. Así surge la estética, que al respecto tiene mucho que decir.

En tal sentido, resulta interesante referirse a los fractales, en cuanto se construyen a partir de un patrón de conducta que se replica orgánicamente a sí mismo, a diferentes escalas. Las nubes son un buen ejemplo de ello, toda vez que un pequeño cúmulo se multiplica y amplía, generando un resultado final que es la nube propiamente tal. Algo similar ocurre con la coliflor y el brócoli (Figura N° 7), o con un sinnúmero de casos existentes en la naturaleza. Y, claro, desde un punto de vista matemático, los fractales se pueden representar a través de algoritmos, aquellos capaces de simular su proceso regenerativo, siempre a partir de un patrón único de referencia.



Típico fractal de la naturaleza, cuyo crecimiento se debe a la reproducción de un mismo patrón de conducta, pero a diferentes escalas. Aquí, obviamente, bien se aprecia una relación directa entre las artes y las matemáticas

Figura N° 7.

Ahora bien, para comprender mejor la relación forma/contenido, en la Figura N° 8 se presenta un fractal geométrico, cuyo patrón generatriz –a cualquier escala– es el triángulo. Nótese que la forma de la figura completa es un triángulo y sus contenidos internos igual lo son. Así, la coherencia exterior-interior es total.

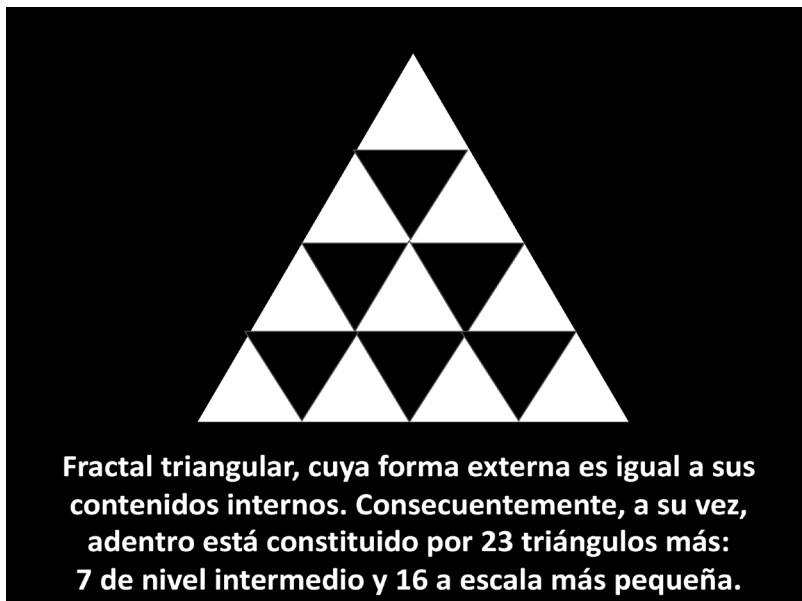


Figura N° 8.

En estos casos resulta interesante apreciar cómo la geometría se vincula con el dibujo, con el arte pictórico, la arquitectura y el diseño (gráfico e industrial), estableciéndose poderosos puentes entre las artes y las ciencias. Sin embargo, también existen geometrías que se definen sobre la base de proporciones matemáticas directas, destacando especialmente el “número de oro” –o “sección áurea”–, que se designa con la letra “ φ ”, cuyo valor surge de la siguiente relación:

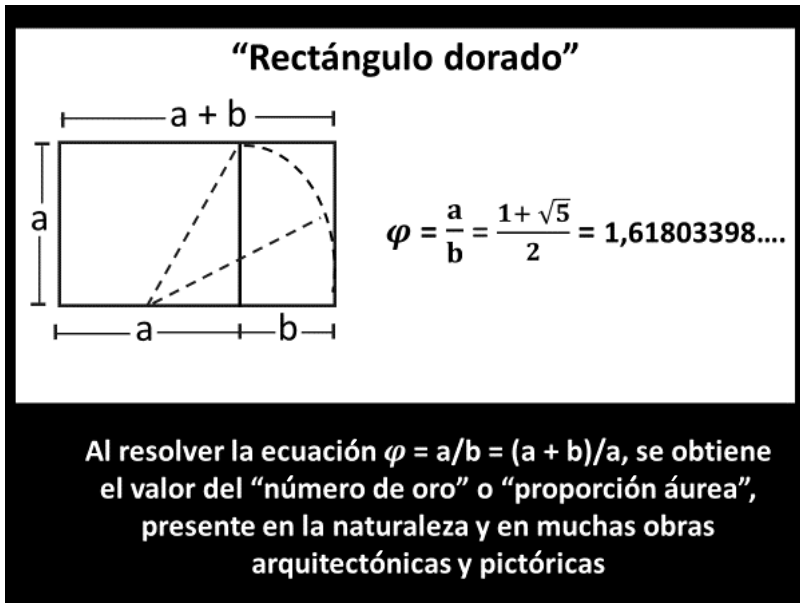


Figura N° 9.

Cabe señalar, en buena hora, que el valor de “ φ ” conlleva un contenido estético íntimamente relacionado con el clásico concepto de “lo bello” y “lo armónico”, en tanto es un referente muy presente en la naturaleza (por ejemplo, en caracoles o cuernos de carneros, según se aprecia en la Figura N° 10). Asimismo, está presente en obras arquitectónicas (como el Partenón), o en el formato de muchas pinturas clásicas (como el citado Rafael).

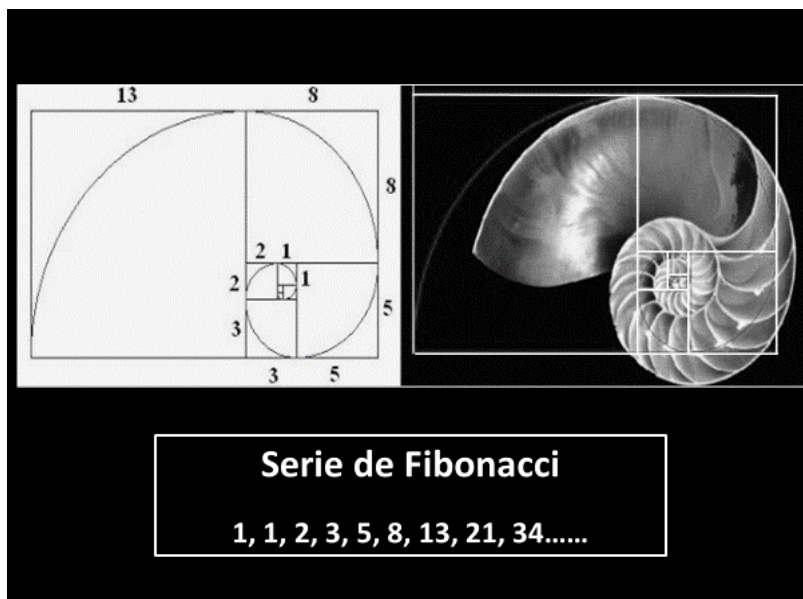


Figura N° 10.

Lo notable es que este número, a su vez, se relaciona con la serie de Fibonacci (también presente en la naturaleza), pues el cociente entre el número posterior de la serie (X_n), con su número anterior (X_{n-1}), en el límite tiende al susodicho “número de oro”:

$$\varphi = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X_n}{X_{n-1}} = 1,61803398 \dots$$

De esta manera, tanto los fractales como el número de oro se asocian a estructuras matemáticas que relacionan formas con contenidos y, con ello, generan estéticas muy presentes en la naturaleza y, también, en ciertas pinturas, esculturas, arquitecturas, diseños e, incluso, música.

Y, a propósito de música, valga destacar a las escuelas pitagóricas, toda vez que descubrieron inquietantes relaciones internas

entre los sonidos, dependiendo de la longitud de vibración de las cuerdas. Es el caso del intervalo de “octava” (notas do 1 y do 2), asociada a la proporción 1:2, o el de “quinta” (notas do y sol), asociada a la proporción 1:3, por mostrar un par de ejemplos. A partir de esto, incluso, los pitagóricos ampliaron bastante sus conocimientos, estableciendo relaciones no solo entre las matemáticas y los sonidos, sino también entre la geometría y la astronomía. Gracias a ello se conectaron con la “Música de las esferas”, descubriendo notables puentes entre las artes musicales, las matemáticas, la acústica y la astronomía.

Ahora bien, si se desea profundizar un poco más en la relación forma/contenido y la estética, considérense las dos curvas siguientes (Figura N° 11). Al observarlas, si se entrevista a cualquier público, fácilmente se podrá comprobar que más del 90 % de este espontáneamente opta por considerar más bella a la primera⁸.

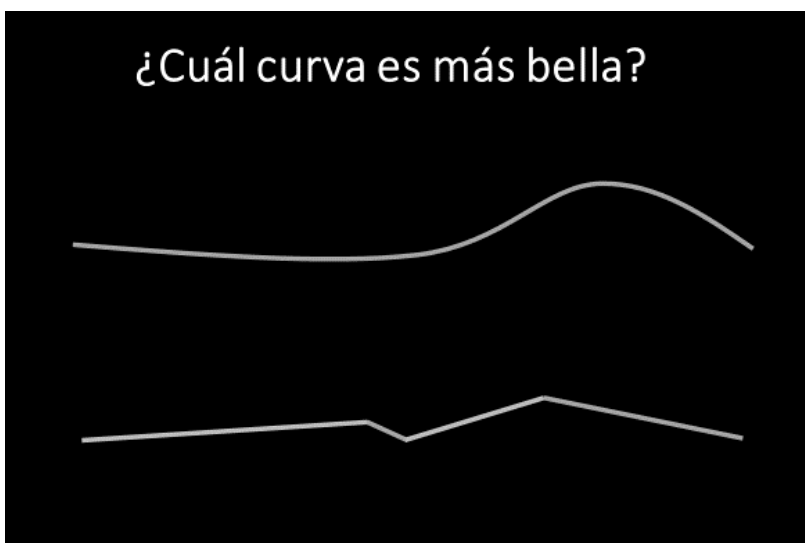


Figura N° 11.

⁸ Esta experiencia el autor la ha hecho reiteradas veces con distintos públicos y en diferentes contextos, obteniendo siempre el mismo resultado.

Este experimento tiene un correlato intrínseco en la naturaleza y, por lo tanto, en las ciencias físicas –y en las ingenierías–, toda vez que en diferentes conductas naturales y artificiales (tecnológicas), la curva de arriba siempre es más favorable. Por ejemplo, en la trayectoria de un río, los meandros son siempre curvos; o en el trazado de un camino, las esquinas o quiebres bruscos son siempre causa de accidentes y, por lo tanto, culpa de un mal diseño. Lo propio ocurre en el trazado de un canal de riego, o en la forma del techo de una obra arquitectónica, en el que en “las esquinas o quiebres” se producen concentraciones de tensiones, que no son deseables ni favorables para la conducta de cualquier estructura natural o artificial. La razón es muy simple: la naturaleza siempre procede a partir del principio de la “mínima energía”, pues busca maximizar la eficiencia y efectividad para operar. Los cambios bruscos de dirección no son propios de ella, en tanto requieren de fuerzas externas adicionales, lo cual va asociado a un uso extra de energía (derroche o pérdidas innecesarias). Unido a ello, vale considerar que en la naturaleza no existe la línea recta y, por ende, difícilmente existen conductas con trayectorias como la mostrada en la segunda curva. Aquí surge un puente directo entre estética y ciencias, en cuanto las formas demuestran estar intrínsecamente asociadas a ciertos contenidos y conductas naturales: las formas más bellas funcionan mejor, tanto física como técnicamente.

Para terminar con esta parte, un último ejemplo que vale la pena mencionar se refiere a un famoso cuadro de Escher, *Cascada*, por cuanto en su forma todo parece normal, mostrando el agua que cae, pasando por un molino y, luego, continúa bajando; no obstante, si se sigue su trayectoria, de pronto se aprecia que el agua, en realidad, está subiendo; es decir, está yendo en contra de la fuerza de gravedad, transgrediendo así las leyes naturales. De esta manera, lo que a simple vista se aprecia como normal en su forma, en sus contenidos revela contradicciones vitales que demuestran que las artes tienen la capacidad de burlarse de la propia naturaleza y, con ello, de ir también más allá de las ciencias.

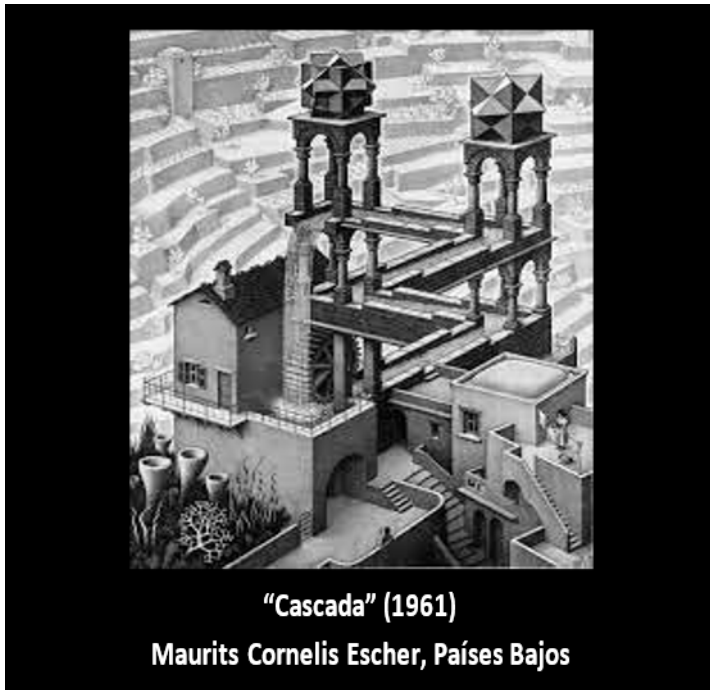


Figura N° 12.

El cuadro anterior no se debe a un mero capricho o juego artístico, sino a uno de los principales propósitos de las artes, cual es ejercer como agente transformador; es decir, según se ha dicho, formular nuevas preguntas, cuestionar el *statu quo* y ampliar los horizontes humanos (sensibles, emocionales y mentales). Esto, por cierto, es una forma directa de provocar a las ciencias y obligarlas a siempre dudar de sí mismas, junto con mantener la humildad y disposición para continuar explorando. Incluso estas razones aparecen más fuertes y marcadas en la ciencia ficción, toda vez que como lenguaje literario, logra adelantarse a la ciencia oficial. Uno de los ejemplos más paradigmáticos, sin duda, es *Un mundo feliz* (1932) de Aldous Huxley, quien con su fecundación in vitro –“humanos probeta”– logró adelantarse en más de cuarenta años a su época.

En otro ámbito, la pintura de Roberto Matta plantea algo equivalente, en cuanto muchas veces parece “futurista”, incluyendo imágenes que evocan al microcosmos, otras que aluden al macrocosmos, otras que insinúan humanoides o naves espaciales, entre tantas de sus figuras, códigos y propuestas.

Visto lo anterior, efectivamente las artes pueden provocar a las ciencias, junto con provocar a la tecnología y viceversa. Lo propio pueden hacer con la filosofía e ir más allá de ella. Claramente, la interacción e interinfluencias entre las artes, las ciencias y la filosofía es permanente.

6. Miradas y aproximaciones hacia el «Triángulo virtuoso»

El «triángulo virtuoso» aquí propuesto se encuentra presente en muchos ámbitos del conocimiento y el quehacer humanos; a veces en forma explícita, a veces en forma implícita. Un claro ejemplo de ello ocurre en la luthería, oficio de la construcción de instrumentos musicales, en la cual lo interdisciplinario opera explícitamente. De hecho, la luthería se basa en conocimientos integrados entre la música, la acústica, la ciencia de los materiales (resistencia, elasticidad) y la geometría (dimensiones y proporciones de las formas), estética incluida. Consecuentemente, requiere de herramientas y máquinas muy precisas para poder construir instrumentos refinados, capaces de generar espectros sonoros de óptima calidad. Actualmente, algo similar ocurre con la robótica y la inteligencia artificial –por dar otros ejemplos–, en las que confluyen diversas disciplinas, según ya se ha explicado.

Pese a todo lo dicho, está claro que la tecnología fue lo primero, antes que las artes y las ciencias. Desde nuestro comienzo ella estuvo presente prácticamente en las diferentes facetas de la vida humana. El *homo faber* –*la tékne*– ya se manifestó al construir los primeros utensilios necesarios para nuestra sobrevivencia. Asimismo, la tecnología también estuvo presente en las artes, ya cuando se necesitaron herramientas para pintar, esculpir, generar

sonidos o habilitar viviendas (arquitectura primitiva). Hoy, incluso, con las actuales tecnologías digitales, las artes disponen de nuevos colores, sonidos e imágenes, o de diversas mezclas y fusiones para generar materiales artísticos inéditos. Por su parte los números –como ciencia incipiente–, también entraron tempranamente en la vida humana, no solo para contar y distribuir alimentos, sino para definir las dimensiones y proporciones de las primeras pinturas rupestres, o de los primeros diseños de herramientas y artefactos. Posteriormente, los números se hicieron parte del diseño arquitectónico y construcción de diversos templos, tanto en las proporciones entre sus partes, como en la simbología incorporada. De esta manera, el «triángulo virtuoso» aquí aludido, desde un comienzo quedó incorporado en nuestra vida.

Y, visto ahora según una perspectiva actual –una vez superadas las burbujas de la especialización–, la necesidad del trabajo interdisciplinario poco a poco está permitiendo ir más allá de los códigos y conocimientos específicos. Gracias a ello efectivamente se están estableciendo puentes para construir un conocimiento más integral y profundo. Ya sabemos que las artes se conectan con las ciencias a través de la estética –relaciones de forma/contenido–, encuentro en el que las matemáticas y geometrías siempre están presentes. Ya sabemos que ellas mismas se encargan de abrir nuevos horizontes para las ciencias y el conocimiento en general, ya sea provocando a las propias leyes naturales o adelantándose al futuro a través de la “ciencia ficción”. También sabemos que las artes se relacionan directamente con la tecnología –y la industria– a través del diseño, en el que igualmente están presente las matemáticas y la estética (desde la forma que tiene una ampolleta, hasta un automóvil, un robot o imágenes de una plataforma digital). No por casualidad, el científico Paul Dirac dijo: "Toda ley física debe tener belleza matemática" (Durán, 2010: 9). En general, las conductas naturales van acompañadas de belleza; es decir, las cosas funcionan mejor si son más bellas, pues sus formas aerodinámicas requieren de la “mínima energía” para operar. Por esto mismo, la tecnología en gran medida se retroalimenta de las “ciencias aplicadas”, todo lo cual permite sintetizarse en el siguiente «Triángulo virtuoso»:



Figura Nº 13.

En general, este triángulo se constituye por un sistema articulado en permanente retroalimentación, en el que, finalmente, las preguntas son el principal agente movilizador, ubicando a las artes efectivamente en la punta, mientras la ciencia y la tecnología se encargan de ir poniéndose al día. Ya sabemos que las artes se potencian principalmente a partir de preguntas y de una permanente actitud de asombro, crítica, exploración y expansión mental. Las ciencias también se hacen preguntas, pero su fin último es encontrar respuestas y soluciones –ya se dijo–, de manera similar a como ocurre con la tecnología. De hecho, por algo ahora ambas están avanzando estrechamente unidas. Sin embargo, sea como sea –más allá o más acá de las artes, las ciencias y la tecnología–, en el fondo se trata de unir las partes dentro del todo mayor que es el conjunto de la realidad, de tal manera de lograr representaciones y comprensiones más fieles y cercanas a ella; es decir, de conocimientos más profundos, integrados y coherentes, para así tomar mejores decisiones. Solo por este

camino se podrá aspirar a un desarrollo más real –sostenible y saludable–, evitando errores y contradicciones tan burdas e irracionales, como el actual calentamiento global y consecuente crisis climática.

En la segunda mitad del siglo pasado, gracias a los avances de la psicología, de la neurociencia, de la informática y la cibernética –incluida la inteligencia artificial–, hubo un punto de inflexión en que definitivamente parece haberse resuelto –al menos en parte– la dicotomía cuerpo-alma (cuerpo-mente). De hecho, aparecieron importantes publicaciones, tales como *Las Inteligencias Múltiples* (1983), *El error de Descartes* (1994) y *La Inteligencia Emocional* (1995)⁹, en las cuales se aprecian pasos clave en función de un conocimiento y desarrollo más integral del propio ser humano. En Chile también se hicieron valiosos aportes, con libros tan relevantes como *El árbol del conocimiento*, de Humberto Maturana y Francisco Varela (entre otros), en el cual incluso se llegó a hablar de “una biología del conocimiento y de las emociones”.

Baste decir, finalmente, que el tema aquí desarrollado es un abanico de posibilidades sin límites conocidos. La idea del «triángulo virtuoso» es solo un pretexto, el cual puede servir para tomar consciencia de que en el siglo XXI el único camino cognitivo válido –realmente inteligente–, es el trabajo interdisciplinario. Solo a través de él será posible acceder a un conocimiento más amplio y profundo, sistémico y coherente –que evite o minimice las contradicciones–, tal cual lo necesitamos para salir de la actual crisis que nos aqueja. Requerimos de un conocimiento orgánico, integrado. No por casualidad la “Teoría de Gaia” (Lovelock, James, 1969)¹⁰, asume al planeta Tierra como un gran órgano vivo, hipótesis que cada vez parece más válida, concreta y científica. Sin embargo, para ser justos, hay que reconocer que esto tampoco es una novedad, pues muchos pueblos primitivos, miles de años atrás, ya lo dijeron, cuando desde diferentes y distanciados lugares expresaron lo mismo: “todo está relacionado con todo”. Evidentemente, los “triángulos virtuosos” son múltiples y diversos, no solo existe el aquí planteado.

⁹ Ver referencias bibliográficas al final.

¹⁰ Ver https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_Gaia

Referencias bibliográficas

- Alberti, Miguel (2011). *Planeta matemático / Un viaje numérico por el mundo*. Colección El mundo matemático, España, RBA Coleccionables, S.A.
- Aldunate Phillips, Arturo (1972). *Hombres, Máquinas y Estrellas*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Aldunate Phillips, Arturo (1981). *Luz, Sombra de Dios*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Corbella Roig, Joan (1993). *Pienso, luego no existo*. Barcelona, Ediciones Folio.
- Corbalán, Fernando (2010). *La proporción aurea / El lenguaje matemático de la belleza*. Colección El mundo matemático. España, RBA Coleccionables, S.A.
- Damasio R., Antonio (1996). *El error de Descartes*. Santiago de Chile, Editorial Andrés Bello.
- Durán, Antonio J. (2010). *La poesía de los números / El rol de la belleza en las matemáticas*. Colección El mundo es matemático. España, RBA Coleccionables, S.A.
- Echeverría, Rafael (2006). *Ontología del Lenguaje*. Santiago de Chile, J.C. Sáez Editor.
- Eco, Umberto (1985). *La definición del arte / Lo que hoy llamamos arte ¿ha sido y será siempre así?* Barcelona, Ediciones Martínez Roca, S.A.
- Einstein, Albert; Infeld, Leopold (1939). *La Física / Aventura del pensamiento*. Undécima Edición. Buenos Aires, Editorial Losada, S.A.
- Gardner, Howard (1995). *Inteligencias múltiples*. Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica.
- Goleman, Daniel (1995). *La inteligencia emocional*. Buenos Aires, Javier Vergara Editor.
- Heidegger, M. (1983). *La pregunta por la técnica*. En *Ciencia y Técnica*, prólogo de Francisco Soler e Introducción de Jorge Acevedo. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.

- Moulines, C. Ulises (2015). *Popper y Kuhn / Dos gigantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX*. España, Realización editorial Bonallettera Alcompás, S.L.
- Matthey C., Gabriel (1991). *Rompamos la cuadratura*. Charla ofrecida el 11 de abril de 1991, en la Torre Central, hoy “Justicias Espada Acuña, 8vo. piso, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Matthey C., Gabriel (2017). *La tecnología en las artes: entre el taller y la industria, el mundo analógico y el mundo digital*. Anales del Instituto de Chile, Vol. XXXVI, Estudios (Invención, innovación, transformación). Santiago de Chile.
- Matthey C., Gabriel. (2018). *Conocimiento y desarrollo en el siglo XXI: entre soberbias, ignorancias y sabidurías*. Cuadernos de Beauchef, Volumen I, ETHICS, Escuela de Ingeniería, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Maturana R., Humberto; Varela G., Francisco (1996). *El árbol del conocimiento*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Papp, Desiderio (1975). *Ideas Revolucionarias en la ciencia, Tomo I*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Papp, Desiderio (1977). *Ideas Revolucionarias en la ciencia, Tomo II*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Papp, Desiderio (1977). *Ideas Revolucionarias en la ciencia, Tomo III*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Schaff, Adam (1967). *Lenguaje y conocimiento*. México D.F., Editorial Grijalbo, S.A.
- Talanquer, Vicente (1996). *Fractur, Fracta, Fractal / Fractales, de Laberintos y Espejos*. La Ciencia desde México. México D.F., Fondo de Cultura Económica.
- Varela, Francisco (2000). *El fenómeno de la vida*. Santiago de Chile, Dolmen Ediciones.