

CIENCIA Y HUMANISMO

Oswaldo Cori

DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS

En 1959 el físico inglés C.P. Snow, autor también de varias novelas centradas en la sociología del mundo académico, enunció en una conferencia llamada "Las dos culturas" la tesis de que la sociedad occidental había perdido hasta la esperanza de lograr una cultura única, pues los científicos y los intelectuales literarios carecían de intereses e idioma comunes. La publicación de la conferencia provocó una controversia mundial, que llegó hasta el insulto.

Esta polémica ardió incluso en sociedades geográficas y culturalmente muy alejadas de Inglaterra, con lo que quedó en evidencia que existía inquietud por las consecuencias de esta disociación y que el ensayo no fue sino la chispa que desencadenó la explosión. Casi cuatro años después, Lord Snow revisó "Las dos culturas" en otro ensayo, "Una segunda mirada". Concluye que sólo cambios profundos en la educación pueden llevarnos a una cultura occidental integrada, y que es el deber de todos los individuos pensantes, y más aún de quienes tienen el poder de tomar decisiones, el educar a "una gran proporción de nuestros mejores intelectos de modo que no permanezcan ignorantes respecto a la experiencia imaginativa, tanto en artes como en ciencia, ni que desconozcan el legado de la ciencia aplicada..." Sólo una integración de las "dos culturas" podrá paliar los sufrimientos de la Humanidad, y en consecuencia no podemos eludir la responsabilidad de intentar esta integración.

Lamentablemente en nuestros países del Tercer Mundo los movimientos de opinión alcanzan al gran público cuando ya están superados en los centros de origen. Veinte años después de "La segunda

mirada” de Lord Snow se comenta en la prensa chilena sin mayor fundamento que no hay “...nada más diferente que un científico y un artista...” Esta aseveración refleja una ignorancia que es extremadamente perjudicial para nuestra identidad como seres pensantes.

Procuraré analizar si esta disociación de las “dos culturas” es propia de ellas, si es simplemente prejuicio o inercia de algunos de sus integrantes o se debe a la resistencia de la sociedad para buscar la integración. La tesis que trataré de fundamentar es que tanto arte como ciencia son manifestaciones de la curiosidad del hombre, de su espíritu creativo, de su ansia por comunicar su experiencia a otros. Al hablar de ciencias me limitaré a las ciencias naturales, que son las que conozco por vivencia directa. Me referiré como científico, a aquellas personas que en forma profesional, sistemática y organizada se dedican a ampliar las fronteras de nuestro conocimiento, y no a las que lo aplican sin mayor aporte creativo. Al usar el término “arte” implicaré tanto las artes plásticas como la música, la poesía, o la literatura o el ensayo y en general a toda forma de la cultura diferente de lo que se ha convenido en llamar ciencia. Puesto que la tesis es que ciencia y arte están íntimamente relacionados, sería ocioso tratar de definir con mayor precisión.

Al tomar el hombre conocimiento de su medio se plantea interrogantes, experimenta emociones estéticas. Al preguntarse por qué hace más frío en las cumbres que en la llanura o al percibir la belleza del caballo que galopa con la cola al viento por un pastizal, no se detiene a reflexionar si está actuando como científico o como artista. Es un ser humano que piensa y que siente. Estas dos manifestaciones no son antagónicas, son más bien como el espectro continuo de colores que resulta al hacer pasar la luz blanca por un prisma. Probablemente en la creación científica y en la artística están comprometidas en mayor o menor grado unas u otras facultades espirituales. La diferencia es de grado, y el oponerlas me parece un artificio perjudicial para nuestra naturaleza humana. En la creación artística hay análisis y en la creación científica hay intuición.

Algunos seres pensantes han dedicado sus vidas a encontrar respuestas a los “porqué” que surgen desde la infancia del ser y de la Humanidad. Otros quieren contar a sus congéneres las emociones que

sienten, traduciéndola en prosa o verso, en música o plástica. Y si aceptamos que ambas son actividades que surgen de lo más profundo de la naturaleza del hombre, ¿Por qué empeñarnos en distanciarlas en vez de integrarlas? ¿Son las diferencias entre ciencia y arte tan profundas como para justificar la separación en “dos culturas”? Estoy convencido de que no, de que en todo científico hay un artista y viceversa, y que ambas actividades son humanísticas como afirmación de la independencia y dignidad del espíritu del hombre.

¿Qué trata de comunicarnos el artista? El pintor abstrae de la realidad elementos como forma, color, textura; mezcla estos componentes de acuerdo a su sensibilidad, usa convenciones de perspectiva, de forma o de color, o inventa nuevos medios de expresión y finalmente nos entrega “su” versión de estas vivencias, que puede provocar en nosotros sentimientos equivalentes u opuestos, pero que si es una verdadera obra de arte, no nos dejará indiferentes. Incluso un mismo artista nos puede entregar visiones sucesivas y discrepantes.

La escena de Cristo expulsando a los mercaderes del templo, de la época veneciana del Greco, luce una voluptuosidad de forma y colorido que se modera en la versión pintada en Roma y que contrasta con el ascetismo de la misma escena pintada en Toledo. Al mirar las geometrías de la madurez de Piet Mondrian nos preguntamos en primera instancia ¿Qué es esto? Pero al remontarnos a sus árboles o al ver la evolución de sus molinos de viento nos damos cuenta de que lo que nos quiere decir con sus líneas y colores deriva de su interpretación de la naturaleza. Y lo mismo podemos decir si recorremos en el tiempo la obra de un compositor o de un escritor: Está contándonos su experiencia con un lenguaje cambiante. La fe reflejada en la iglesia gótica contrasta con la exuberancia terrena del barroco. La expresión de la idea cambia con la historia.

¿Puede compararse esto con la tarea de un científico? No me cabe la menor duda. Su meta es también una interpretación de la realidad, que ha captado, sea por medio de sus sentidos, de instrumentos, o del instrumento final, el razonamiento. Por lo general el investigador parte de una hipótesis, correcta o falsa, y busca observaciones, argumentos o realiza experimentos para probarla o refutarla. Del caos de hechos y observaciones destila una generalización, pequeña o genial,

y la condensa en un lenguaje convencional que comunica a los demás. Su originalidad consiste en poder relacionar hechos o leyes cuya conexión no se veía antes y sobre todo poder verificar las predicciones. Al igual que el artista, el científico nos presenta en forma inteligible un universo que está allí, pero que no habíamos visto. Ha sabido recoger e interpretar el lenguaje a veces caótico de los fenómenos naturales, y nos entrega una nueva, aunque provisoria realidad.

Es indudable que hay diferencias entre el método, el lenguaje y la componente psicológica que generan la obra de arte o la creación científica. Una de las características de la hipótesis científica (Popper 1935), es que puede ser refutada por la experiencia. Una proposición que no contemple esta posibilidad carece de valor científico. Por ejemplo puedo proponer que un aumento de la ingestión de colesterol acarrea como consecuencia una disminución de su formación en el hígado. Haré experimentos en conejos, alimentándolos con dietas más o menos ricas en colesterol y observaré si la formación de este compuesto en el hígado aumenta o disminuye al cambiar la dieta. Si logro establecer una correlación entre dieta y síntesis de colesterol, podré dar otro paso para estudiar más a fondo el proceso, es decir, su mecanismo. En cada etapa habrá observaciones e hipótesis que se complementan o se anulan. Si mi meta fuese conocer el fenómeno en el hombre, podría argumentárseme que lo que ocurre en el conejo no ocurre en el hombre. Dentro de nuestros cánones morales no es posible hacer en seres humanos los experimentos que se pueden hacer en animales o plantas. ¿Deja de ser científica la objeción de que los mecanismos de regulación son distintos en el conejo y en el hombre? No, pues se pueden diseñar métodos no invasores que permitan estudiar la formación de colesterol en el organismo humano sin más molestia que la toma de muestras de sangre. El científico imagina experimentos para probar o refutar una hipótesis, pero pueden pasar decenios sin que ello pueda probarse, por falta de la técnica adecuada, que tarde o temprano se suele encontrar.

La creación del artista no pasa por la prueba de verdadero o falso, ya que no es resultado de un proceso exclusivamente racional. Sin embargo debe probar, tarde o temprano, que puede transmitir su cosmovisión a otros hombres. Resulta difícil concebir a un pintor que

pinte exclusivamente para su regocijo personal. Una historia del budismo Zen relata que un arpista tenía un amigo que al escucharlo tocar se identificaba totalmente con la armonía de su instrumento. Al morir el amigo, el músico cortó las cuerdas de su arpa. Si no había quién lo escuchara, no tenía sentido la música.

A veces esta comprensión puede demorar años, decenios o siglos en aparecer, y creo que es del dominio público la hostilidad que tuvieron que enfrentar Wagner, Stravinsky o los impresionistas.

Pero del mismo modo como el científico puede depender de la creación de una metódica necesaria para probar su hipótesis, el artista tiene que esperar a veces la evolución del medio para que pueda compartir su experiencia imaginativa. El óleo de Monet que desencadenó la mofa del crítico Louis Leroy es admirado por millones de personas, sea directamente o en reproducciones.

Con frecuencia la ciencia se basa en la inducción, pero no es menos frecuente que proceda buscando hechos a partir de una hipótesis, es decir, siguiendo un método deductivo. El primer paso suele ser una concepción mental basada en observaciones o en contradicciones. Surge así la hipótesis o teoría en un proceso en el que interviene la intuición y lo subjetivo casi tanto como en la creación artística. De esta hipótesis se deduce la predicción de ciertos hechos que al comprobarse por medio de la observación o del experimento, apoyan o refutan la hipótesis. Si después de comprobadas muchas predicciones aparece la excepción, será necesario modificar la hipótesis o abandonarla y buscar otra nueva. Y así progresa la ciencia como un todo. Tal como el artista modifica las manifestaciones de su cosmovisión, la ciencia como tarea colectiva va modificando su interpretación del Universo: de la física de Newton a la más general de Einstein; del átomo plano de Bohr al de los orbitales atómicos. El conocimiento científico es provisorio y evolutivo. Por muy pequeña que sea la contribución de un científico, la ciencia va progresando tal como se edificaron las catedrales en el medioevo.

Encontramos en esta empresa diseñadores y canteros, plomeros y vidrieros. Pero cada uno de ellos contribuye a esa magna obra de arte colectivo que es la ciencia, y no debemos avergonzarnos por lo pequeña que pueda ser nuestra contribución. Cada piedra es parte de

la construcción y nuestro deber es cumplir con nuestro oficio, entregar piedras bien canteadas y enseñar a los jóvenes cómo deben labrarse. Y si la imaginación nos alcanza, también despertaremos en ellos la inquietud por ser maestros que sueñen nuevas catedrales.

Analizaré algunos ejemplos de creatividad científica, que no sólo son un aporte al conocimiento especializado, sino que tienen un valor humanístico, pues contribuyen a la cosmovisión de todo hombre que se precie de culto. Los he elegido del área de la Química, por ser menos conocida, pues esta disciplina no ha merecido de parte de los filósofos de la ciencia la atención que han prestado a la Física o la Biología.

En la cuarta década de este siglo, Rudolf Schoenheimer, David Rittenberg y colaboradores abordaron el estudio del cambio continuo que experimentan los componentes de un organismo. En condiciones basales, la cantidad de grasas, azúcares, proteínas de un organismo adulto no varía. Pero ¿Significa esto que dichos componentes de la célula son inertes, o es que se forman a la misma velocidad con la que se descomponen? El nivel de un estanque puede permanecer constante sea porque está cerrado, o bien porque recibe tanta agua como la que pierde. Existía la idea de que determinados componentes celulares eran como un depósito o un silo, que se llenaba en tiempos de abundancia y se vaciaba en tiempos de escasez.

Schoenheimer pensó que el proceso era más dinámico, y para demostrarlo ideó el uso de trazadores isotópicos. Aprovechó la existencia de ciertas formas de los elementos llamados "Isótopos", que difieren del elemento "Normal" o más abundante sólo por su peso atómico. Todas sus propiedades químicas son iguales a las del elemento "Normal", pero algunas de sus propiedades físicas permiten diferenciarlas con el instrumental adecuado. Por ejemplo, el hidrógeno (masa = 1) tiene un isótopo de masa = 2, que incluso tiene otro nombre, "Deuterio"; el oxígeno, nitrógeno, carbono, etc., existen en la naturaleza en más de una forma. Como consecuencia de sus propiedades químicas idénticas, un organismo no distingue entre hidrógeno y deuterio, y por lo tanto, usado en cantidades pequeñas, este último puede servir como "trazador". Es como si introduyésemos en la cañería de entrada de un estanque unas gotas de colorante. La

aparición de color en el agua del estanque y su descoloración a medida que entra agua sin colorante y sale agua teñida, nos informará sobre la velocidad con que entra y sale agua del estanque, y sobre todo, que el nivel constante es consecuencia de la igualdad entre flujo de entrada y salida, cosa que no podríamos saber de otro modo. Es un experimento que cualquiera puede hacer en el lavatorio de su casa.

Suministrando grasas y derivados de proteínas marcados con isótopos del hidrógeno o del nitrógeno a grupos de ratones o de palomas pudo Schoenheimer establecer que todos los componentes del organismo, grasas, proteínas y otros están en continuo flujo. La marca isotópica permite distinguir de entre las grasas de un órgano a aquellas “recien llegadas” y a las que se encuentran allí desde hace más tiempo. La masa total de grasas o de proteínas no cambia, hay aparentemente una situación estática como la del estanque cuyo nivel no cambia. La cantidad de grasas que entra a un órgano es compensada por otra cantidad igual, que sale, es combustionada o transformada en otros compuestos. Con esto se genera el concepto de “recambio”, o sea, la idea de que nada en un organismo o en una célula es estático. Por ejemplo, la mitad de las grasas del hígado se renueva en 3 días, en tanto que el colesterol del cerebro lo hace en 200 o más, y la nicotina de una hoja de la *Nicotiana tabaccum* recambia en un 50% en 8 horas.

Este relato no pretende sólo ilustrar de qué manera la innovación metodológica crea un concepto nuevo ni señalar las innumerables aplicaciones médicas, industriales o arqueológicas de los trazadores isotópicos, sino que apunta a las implicaciones filosóficas que puede tener el fenómeno del recambio. Ya en el siglo V a.C. señaló Heráclito de Efeso que “no nos bañaríamos nunca dos veces en el mismo río, pues tanto el río como el hombre cambiaban continuamente” ¿No es acaso una contribución de gran profundidad el que se haya demostrado que efectivamente los átomos que nos componen al nacer no son ni remotamente los mismos que vuelven a la naturaleza inanimada cuando morimos?

Pero estos hallazgos nos llevan a preguntarnos ¿Qué significa identidad? ¿Qué significa cambio? ¿Dejo yo de ser yo porque las grasas o proteínas que componen mi cerebro no son las mismas que

cuando tuve la primera vez conciencia de mi existencia? Y si yo conservo identidad frente a mí mismo ¿es porque hay moléculas que no recambian? No quiero analizar en este momento esas interrogantes, pero sí recalcar de qué manera una hipótesis (el recambio de los componentes celulares) llevó a concebir e inventar metódicas hasta entonces no existentes para comprobarla, comprobación que genera interrogantes que hurgan en la esencia de la naturaleza humana: ¿Qué es identidad? ¿Qué es cambio? ¿Son acaso facetas de una misma realidad? La ciencia no es entonces un mero buscar y encontrar hechos, es una creación de la mente del hombre que lo lleva a comprender mejor su papel en el Universo.

Analizaré ahora un concepto ordenador que ha sido para la Química tan importante como la teoría de la evolución para la Biología, pero que lamentablemente es muy poco conocido por el público culto. Se trata del sistema periódico de los elementos concebido en 1860 por Dimitri Ivanovich Mendeleev y simultáneamente por Lothar Meyer. Las sustancias más simples, los elementos químicos están formados por partículas químicamente homogéneas llamadas "átomos", de las que existen unas 92 variedades naturales, de acuerdo, sabemos hoy, con el número de partículas subatómicas que las componen (electrones, protones, neutrones). En 1897 describió Thomson el electrón, y desde el 6 de agosto de 1946 el átomo ya no es ni siquiera para el lego la partícula homogénea e indivisible de Demócrito, es en sí un microcosmos.

En 1860 nada se sabía de la estructura del átomo y no parecía haber relación coherente entre los elementos entonces conocidos, que eran alrededor de 60. Algunos precursores los agruparon por sus propiedades en grupos de tres, pero faltaba una concepción que relacionara estas "tríadas". Mendeleev estaba preocupado de buscar alguna conexión, alguna regularidad en las propiedades de todos los elementos conocidos que resultase coherente. Preparó sendas tarjetas en las que aparecían las propiedades de los elementos hasta entonces conocidos y las de sus compuestos, y las trató de ordenar, entre otros intentos, de acuerdo con el peso relativo de sus átomos, tomando como unidad al más liviano de ellos, el hidrógeno.

Pero las propiedades físicas y químicas no cambiaban en forma

progresiva. Así, por ejemplo, el litio (Nº 3 en la secuencia actual) es un metal que reacciona violentamente con el agua en tanto que el carbono (6) es un sólido relativamente inerte, el fluor (9) es un gas que corroe casi cualquier metal, pero el sodio (Nº 11) y el potasio (Nº 19) son metales muy reactivos.

Entre las semejanzas que pueden observarse, llama la atención que los cristales de cloruro de sodio fueran iguales a los de bromuro de potasio o de fluoruro de litio ¿Hay algún parentesco entre flúor, cloro y bromo o entre litio, sodio y potasio?

¿Qué orden había en esto? Mendeleev barajaba el solitario de sus tarjetas buscando una solución. Se dice que durante una velada musical, mientras escuchaba el primer movimiento del quinteto para piano en Mi bemol mayor, op. 44 de Robert Schumann, comenzó a imponerse insistentemente en la mente del químico el ritmo de ocho compases del segundo tema ¡Ocho! 3-11-19-Litio, Sodio, Potasio: Metales que reaccionan violentamente con el agua, 6-14 carbono y silicio, sólidos con formas cristalinas estables, como el diamante, 9 y 17, gases corrosivos, pero que forman con litio, sodio o potasio sales estables cuya forma cristalina es idéntica ¡Las propiedades se repiten cada ocho elementos!

De allí surge en 1868 la Tabla Periódica de los Elementos, el silabario de todo estudiante de Química, y que debería ser tan conocida como la existencia de las reacciones termonucleares. Esta tabla agrupa a los elementos según su peso atómico en períodos de 8 a 18. Sus propiedades químicas y las de sus compuestos se repiten de acuerdo con estos períodos. Hoy sabemos que la ordenación no corresponde al peso atómico, sino al número atómico, que depende del número de electrones que tiene un átomo (entre 1 para el hidrógeno y 92 para el uranio). De la distribución de los electrones en niveles de energía que no pueden acomodar más de un número específico de ellos, dependen las propiedades químicas. Pero no olvidemos que en 1868 no se sabía nada del electrón, y que de los 92 elementos naturales se conocían sólo unos 60.

Esta organización periódica de las propiedades de la materia permitió a Mendeleev predecir la existencia de elementos no descubiertos y que debían ocupar huecos en el sistema periódico, como el

galio, el germanio y el escandio y pudo corregir los datos de algunas propiedades del óxido de germanio (Nº 32) cuando este metal fue aislado en 1886 por Winkler. No se conocían los gases nobles Helio, Argón, Neón. Como la base del sistema está en la estructura del átomo, en la distribución de los electrones cada nuevo elemento descubierto tiene las propiedades que corresponden a su ubicación, y que se asemejan a las de los elementos que ocupan un lugar equivalente en el período anterior y siguiente. El astacio (85), preparado artificialmente en 1940, encuentra su ubicación en la misma columna que el yodo, y de hecho, al igual que éste, se acumula en la glándula tiroides. Elementos transuránicos como Neptunio, Fermio o Mendeleevio preparados artificialmente en aceleradores de partículas encuentran su ubicación en este sistema más allá del 92. Me pregunto si este ordenamiento que comprende toda la materia, conocida y futura, nuestro cuerpos, el aire y los planetas no es un concepto humanístico, una creación de la mente del hombre que tiene incluso un valor estético.

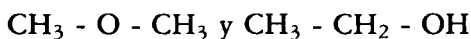
Por el peso y la rutina de las palabras, el sistema periódico es "ciencia" y sólo enseña a quienes estudian Química. A quien preocupa la filosofía o la historia no se lo da a conocer como la base de la unidad de la materia del Universo. La conexión entre la creación artística y científica es obvia en este ejemplo, incluso en el proceso de la inspiración que en un momento permite ver claramente lo que el mortero del subconsciente estaba moliendo durante largo tiempo. Es significativo señalar que además de sus aficiones musicales, Mendeleev llegó a ser un crítico de pintura y miembro de la Academia de Artes de Rusia, en tanto que su desacuerdo con la política del Zar hizo que se vetara su ingreso a la Academia de Ciencias. Fue famoso en todo el mundo, con la excepción de Rusia...

Ilustraré el concepto de espacio en la estructura molecular analizando la génesis de lo que podríamos llamar "la Química en tres dimensiones".

Las sustancias del mundo que nos rodea están formadas por agrupaciones estables de átomos, que llamamos moléculas, como la sal de mesa, el azúcar, el bicarbonato de sodio, la insulina. El tamaño de estas moléculas varía según su complejidad, pero está en el orden

de la mil millonésima parte de un metro (manómetros, 10^{-9}m). El carbono puede formar con el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre o fósforo literalmente cientos de miles de compuestos distintos. Estos compuestos, que van desde el alcohol etílico hasta las proteínas, desde los detergentes hasta los antibióticos, forman parte de ese inmenso campo llamado Química Orgánica (y que por caprichos, para mí incomprensibles, ha sido eliminado de la enseñanza de Humanidades).

La estructura de las moléculas puede corresponder a agrupaciones diferentes del mismo número de átomos, con lo cual sus propiedades físicas, químicas y biológicas difieren enormemente. Estas diferentes agrupaciones de átomos pueden representarse cómodamente en un plano, como, por ejemplo, dos formas de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, el éter dimetílico y el alcohol etílico.



Estos compuestos, que tienen el mismo número de cada una de las especies de átomos que los componen, pero agrupados en forma diferente, recibieron en 1833 el nombre de "Isómeros". Sin embargo, existen compuestos que tienen el mismo número de átomos de cada especie, distribuidos en idénticos grupos. Tienen la misma fórmula estructural y no había en el siglo pasado métodos químicos para distinguirlos, sólo diferían entre sí por una propiedad física: El sentido en el que desvían el plano de la luz polarizada, por esta razón se les llamó "isómeros ópticos", o enantiómeros, y un caso típico es el de las dos formas del ácido tartárico. En 1860, Pasteur, en un notable esfuerzo de paciencia, separó manualmente de una mezcla los cristales de estas dos formas de ácido tartárico, e hizo notar que los cristales eran asimétricos, guardaban entre sí la relación entre un objeto asimétrico (una mano) y su imagen especular. Ese mismo año demostró Pasteur una nueva diferencia, esta vez bioquímica: el hongo *Penicillium glaucum* fermentaba sólo uno de los dos isómeros ópticos del ácido tartárico.

Se había establecido que los dos isómeros ópticos o "enantiómeros" eran entidades diferentes, cristales de distinta forma, y que eran

reconocidos por un microorganismo, pero todas sus propiedades químicas eran idénticas, y no se podía concebir una fórmula estructural que representase en forma distinta a los dos isómeros.

El paso que media entre la estructura del cristal y la molécula lo dieron en 1874 independientemente Jacobus Henricus van' t Hoff y Joseph Achille Le Bel. Los átomos del ácido tartárico estarían agrupados en torno a un carbono central, como en los vértices de un tetraedro. Como esta distribución es asimétrica, las moléculas de los dos isómeros guardarían entre sí la relación que guarda un objeto asimétrico con su imagen especular: Son diferentes.

Este triunfal paso entre la observación (estructura del cristal) y la intuición que explica la estructura de una molécula que ni el más poderoso microscopio permite ver, fue recibido con escepticismo y escarnio por algunos, pero en general su lógica simplicidad y su concordancia con los hechos experimentales hizo que el concepto fuese aceptado mucho antes de que en 1951 la difracción de rayos X demostrara directamente esta disposición espacial.

Esta hipótesis implica mucho más que las propiedades físicas y biológicas de ciertos isómeros; es un paso de lo que podríamos llamar la Química euclidiana, representada en un plano, a la Química tridimensional. Sólo estas representaciones de las estructuras de las moléculas guardan alguna semejanza con la realidad. La Química de los libros usa ciertas convenciones para poder discutir las propiedades espaciales de las moléculas, tal como desde el siglo XV el dibujante usa convenciones para representar en el papel las tres dimensiones del espacio sensorial. Por otra parte el concepto de asimetría molecular nos señala que la Naturaleza es esencialmente asimétrica, y que la perfección de la esfera existe sólo en nuestra imaginación. El hecho de que un organismo pueda utilizar sólo uno de los dos enantiómeros o isómeros ópticos nos lleva a pensar que los seres vivos son también asimétricos, y de hecho quien trate de meter el pie izquierdo en el zapato derecho así lo podrá comprobar. Un gran número de moléculas biológicas son asimétricas. Por ejemplo las proteínas, entre ellas las enzimas, que permiten las reacciones químicas de la célula viva, o las moléculas de ácidos nucleicos que transmiten el mensaje genético, son asimétricas, diferentes de sus imágenes especulares y existen en

sólo una de las dos formas. Incluso hay ciertos fármacos de acción sedante cuyo enantiómero desencadena convulsiones. En resumen, la idea de la asimetría en el mundo de las moléculas, del microcosmos, conduce a comprender la asimetría del cristal, ya visible al microscopio o al ojo desnudo. La asimetría de las biomoléculas trae como consecuencia la asimetría de los organismos, y quién sabe si esto no se pueda proyectar a una asimetría en nuestro pensamiento. Creo que este concepto de la Química tiene la belleza de una obra de arquitectura o de escultura, y me parece que su comprensión no es más difícil de captar que la observación de semejanzas y diferencias entre dos objetos.

He procurado ilustrar con tres ejemplos la idea de que los resultados de la investigación científica no permanecen ajenos a la corriente del humanismo, a la génesis de las grandes generalizaciones. Cambio e identidad, al parecer contrapuestos, se fusionan dentro del concepto de "recambio en estado estacionario". Conservamos la identidad de nuestro "yo", pese a que nuestro microcosmos molecular se renueva continuamente. La unidad de la materia y la lógica relación de unos elementos con otros se ha traducido en el sistema periódico que profetizó la comprensión del átomo y de sus propiedades químicas en función de las partículas que lo forman. La arquitectura de los organismos vivientes, aparentemente simétrica, tiene en su estructura molecular una asimetría que le permite reconocer lados y sentido, tal como nuestra concepción macroscópica del espacio.

Si la creación científica tiene un valor humanístico que va mucho más allá de su contribución técnica, deberíamos esperar interacciones entre los extremos del espectro, entre ciencia y arte, así como a nivel personal, en las aptitudes científicas del artista o artísticas del científico.

Puede decirse a grandes rasgos que los científicos disfrutaban del arte o se les conoce aptitudes artísticas en mayor grado de lo que los artistas se preocupan o interesan por la ciencia. Creo, sin embargo, que esta diferencia de aptitudes es superficial. Borodin fue profesor de Química y asistió junto con Mendeleev al Congreso de Química de Karlsruhe en 1860, donde nacieron las bases del sistema periódico. Elías Canetti publicó un método para sintetizar un compuesto orgáni-

co de estructura compleja, el tert-butilcarbinol. Aunque los ejemplos son escasos, tengo el firme convencimiento de que es posible buscar, despertar y encontrar aptitudes científicas entre los artistas y humanistas, ya que el espíritu creativo es uno solo, si bien puede tener distintas formas de manifestarse.

En los salones literarios de los siglos XVIII y XIX se solían realizar simples experimentos científicos para ilustrar y divertir a la concurrencia. Con los actuales medios audiovisuales a nuestra disposición sería seguramente posible “envasar” este procedimiento, pero me pregunto si la posibilidad de un fracaso del experimento y la interacción directa del público con el experimentador no contribuía al aprendizaje con un refuerzo emocional.

Hay muchos ejemplos que ilustran cómo la ciencia ha influido sobre el arte. Los problemas del tiempo y del espacio que preocupan al físico y al filósofo han sido puestos en relieve en las artes plásticas, cuando en el siglo XV Paolo Uccello dijo: “Che dolce cosa é la perspettiva”. Ya en nuestra época Umberto Boccioni y Gino Severini, siguiendo la inspiración de su maestro Giacomo Balla, nos tratan de presentar en simultaneidad lo que nuestros sentidos aprecian como secuencia. Indudablemente la pregunta sobre la naturaleza del tiempo y del espacio inquieta por igual a científicos, artistas y filósofos. Si tres actividades superficialmente distintas procuran presentarnos su visión propia de estos dos parámetros ¿No es porque tienen problemática, motivaciones y fines comunes? Los libros recién aparecidos en Chile sobre tiempo y espacio, escritos por científicos y humanistas así lo indican.

Al mirar un óleo de Seurat nos llama inmediatamente la atención el que esté formado por pequeñas manchas de color, cada una de las cuales no nos dice gran cosa, pero que en conjunto nos presentan una imagen perfectamente coherente. Bronowsky, en su “Ascent of Man”, ha señalado la íntima relación entre esta pintura (1880-1890) y el desarrollo de la teoría atómica de la materia, lo que nos hace pensar que existía en ese momento el “Zeitgeist” adecuado para el desarrollo de ambas. La teoría de la pintura de Seurat se asemeja más a un teorema que a una expresión de sensibilidad: “El arte es la armonía, la analogía de los valores opuestos y de los semejantes...” “La síntesis se

impone como resultado de la duración finita de las impresiones luminosas sobre la retina, y se expresa en pintura por medio de una mezcla de tonos, de tintes y de contrastes..." (F. Hazan, Dictionnaire de la Peinture Moderne).

No sólo el pensamiento científico ha tenido influencia sobre el arte; a veces la temática de la ciencia o la vida del científico despierta la inventiva del artista. "Mercurio pasando delante del sol", de Giacomo Balla (1916) pudo haber sido inspirado por la observación de las anomalías del perihelio de dicho planeta, explicables sólo a la luz de la Teoría de la Relatividad. El científico, si bien casi siempre bajo la apariencia de médico ha sido retratado por Zola (*Le Docteur Pascal*), por Mann en *la Montaña Mágica*, por Sinclair Lewis en la novela romántica del investigador, "Doctor Arrowsmith" en el que colaboró Paul de Kruif, a la sazón un microbiólogo. Quizás uno de los análisis más penetrantes es el de C. P. Snow en su novela "The Affair", que relata un proceso interno en una universidad inglesa, suscitado por un posible fraude o plagio en un grupo de físicos. Es este indudablemente un problema ético bastante desconocido por el gran público, y presentarlo requiere conjugar las dotes del narrador con el conocimiento de la naturaleza y código moral de la investigación científica.

Los impresionistas incorporaron a su teoría de la pintura las leyes de la Física. Más recientemente muchos artistas plásticos han usado instrumental de la física y reacciones químicas para expresar sus concepciones estéticas. De la colaboración del pintor Reginald Pollack con el químico Rustum Roy, de Pennsylvania State University surgen imágenes visuales generadas con un láser de cobalto en una atmósfera de helio-neón. La participación de otros artistas ha generado en esa Universidad un pequeño museo de las obras resultantes de esa tarea conjunta. Los músicos usan hoy instrumentos electrónicos como nuevas formas de expresión. La revista "Leonardo", fundada por el ingeniero Frank J. Malina, ofrece al artista una tribuna para presentar sus investigaciones sobre materiales y técnicas que le ofrezcan nuevos medios para comunicarse, y a los científicos un foro para presentar el significado humanístico de sus investigaciones.

En general la ciencia ha tenido más influencia sobre el quehacer de

pintores, músicos y literatos que lo que pueda decirse del arte sobre la creación científica. Sin embargo el criterio estético no está ausente de ella, y con frecuencia decimos que un experimento, teoría o demostración son "hermosos" o "elegantes" y no olvidemos lo que acabo de relatar sobre el sistema periódico.

Estos son sólo algunos de los puntos de contactos actuales y notorios, pero hay un fuerte movimiento de integración, partiendo de las raíces comunes de la creación en arte y en ciencia. Por lo tanto, la hipótesis de que ambas son básicamente diferentes tiene numerosas excepciones, y siguiendo el método científico, es menester desecharla, y buscar el origen de la barrera para comprender la cultura en forma integral en un problema de lenguaje, y por ende, de educación.

Si fuese cierto el postulado que ciencia y arte son dos formas independientes e irreconciliables de la cultura, no deberíamos encontrar factores comunes ni en su génesis, ni en la problemática que se plantean, y tampoco deberían manifestar intereses o aptitudes en uno de estos campos los cultores del otro. He señalado varios ejemplos que indican lo contrario: La creatividad o por lo menos la sensibilidad artística se da en muchos científicos, el arte incorpora los principios de la ciencia y de sus aplicaciones para encontrar nuevas formas de expresión y a ambos le preocupan problemas tan básicos como la naturaleza del tiempo, espacio u otros problemas esenciales del hombre.

Nuestra educación tiende a despertar miedo y desconfianza de una cultura hacia la otra. A través de la especialización bloquea nuestra capacidad de comunicarnos y de compartir, y es éste el tremendo daño que se está infligiendo a nuestra juventud ¿Es posible que un futuro abogado o economista pase por sus estudios secundarios sin haber sido expuesto a las ideas fundamentales de la Física y de la Química? Esto equivaldría a que un futuro ingeniero ignorara que existió un Renacimiento en Italia o Guerras de la Independencia en las Américas.

Recuerdo que en el Liceo mi profesor de castellano me asignó la tarea de escribir un largo ensayo sobre el teatro universal. Mis inclinaciones a lo científico hacían que cumpliera la tarea muy a regañadientes, pero él cumplió con su labor de educador, al inducirme a explorar un mundo que desde entonces ha sido para mí fuente de

grandes satisfacciones. Su ejemplo debe ser imitado en ambas direcciones, haciendo también que los futuros artistas o literatos observen el panorama de la ciencia.

Estoy firmemente convencido de que “las dos culturas” de Lord Snow no son tales, sino dos aspectos de la curiosidad y la creatividad del hombre. La cultura humanística es una sola, es el conocimiento que debe tener el hombre de sí mismo y de la historicidad de sus creaciones. Los que dedicamos nuestra vida a uno u otro aspecto de ellas debemos esforzarnos por incorporar los otros aspectos a nuestro pensamiento. Para ello debemos realizar esfuerzos de comprensión, dedicar nuestro tiempo libre a enriquecer nuestro Universo y no a emborracharnos con los productos materiales de la sociedad de consumo o con las farsas pseudoilustradas de la televisión.

Por otra parte, es nuestro deber el presentar a los que crean en el otro extremo del espectro cultural, cuáles son las creaciones que en nuestro oficio merecen ser designadas como humanísticas. Puede que para un músico o un poeta sea difícil comprender la estructura de una molécula, o siquiera el cómo se llegó a concebir su existencia, pero creo que no es más difícil de lo que puede serlo para mí el comprender a James Joyce o la música atonal.

En una alocución sobre “Educación para la persona pensante” (Swarthmore College, 1982) dijo Howard Schneidermann, un ingeniero químico de la Compañía Monsanto, que la esencia de esa persona estriba en “... su capacidad para resolver problemas, para comunicarse en un lenguaje comprensible y para desarrollar el gusto por una amplia gama de manifestaciones culturales...”

Tanto el artista como el filósofo o el científico se caracterizan por su capacidad para analizar hipótesis, para buscar soluciones y prever en lo posible el significado de las distintas alternativas para resolver un problema. Para todos ellos es necesario transmitir su pensamiento en un lenguaje claro, conciso y al alcance de su auditorio. La ausencia de esta capacidad esteriliza el pensamiento científico y la creación artística.

La posibilidad de captar el mensaje presentado da a quienes lo están recibiendo la seguridad de poder aceptarlo o rebatirlo, de incorporarlo a su bagaje cultural o de rechazarlo. En último término,

ese lenguaje claro y conciso es la clave de la libertad interior del hombre, de la que nace su capacidad para desarrollar un gusto propio, una escala individual de valores, y la posibilidad de no tener que aceptar a fardo cerrado la pseudocultura que los intereses de los medios masivos de comunicación tratan de imponernos.

El desafío del siglo XXI, para el cual debemos preparar a nuestros jóvenes, es comprender el Universo en todos sus aspectos y no encerrarse en su propio y limitado quehacer.

Los educadores, los científicos, los humanistas tenemos el deber de prestar un servicio a la sociedad en la que laboramos: Lograr que nuestra juventud comprenda el humanismo en toda su extensión, como ciencia, como arte o como cualquier manifestación de la eterna búsqueda del hombre. Y termino repitiendo con Lord Snow: "Evitemos que permanezcan ignorantes de la experiencia imaginativa del Arte y de la Ciencia", y espero que logremos encender en ellos la llama del Humanismo.

BIBLIOGRAFIA

- J. Bronowsky, *The ascent of Man*. Little, Brown & Co, Toronto 1973.
- O. Cori, Rev. Méd. de Chile 1978-106:132.
- O. Cori, Revista *Realidad*, 1980-2(3):41-45.
- O. Cori, Rev. Col. Químico-Farmacéutico, 1983-39(1):9.
- F. Hazan, *Dictionnaire de la Peinture moderne*, Paris 1954.
- E. Farber, *Great Chemists*. Interscience, New York 1961.
- André Malraux, *Psychologie de l'art*. Ed. Skira, Genève, 1947.
- D.L. Morris, *Chemistry* 1969-42:10.
- K. Popper, 1935, *Desarrollo del conocimiento científico* c.s. J.P. Illanes, Revista *Realidad* 1980-2(1):31.
- R.Schoenheimer, *Dinámica de los constituyentes celulares*, Ed. Universitaria - Santiago, 1965.
- Scientific American 1958 (Sept.) 199-58-178 (Número dedicado a creatividad).
- C.P. Snow, *The two cultures*. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1965.
- J.H. van't Hoff, *Imagination in Science* (1877); Reeditado por Springer Verlag, Heidelberg, 1967.