

Universitas

ISSN 0122-7483

Scientiarum

Vol. 7 No. 2

Julio - Diciembre 2002



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
Revista de la Facultad de Ciencias





EL TIEMPO, LA CREACIÓN Y LA ESTÉTICA EN LA MATEMÁTICA

José Fernando Isaza¹

Fundación MAZDA, Bogotá.

1 Discurso pronunciado por el Dr. José Fernando Isaza, Presidente de la CCA-Mazda y Director de la Fundación Mazda para el Arte y la Ciencia, en la celebración de los diez años de la Carrera de Estudios Musicales y con motivo de recibir la condecoración Orden Universidad Javeriana en grado de Caballero.

Con gratitud y orgullo agradezco al rector de la Pontificia Universidad Javeriana, Padre Gerardo Remolina S.J., al Consejo Directivo de la Universidad y a la Facultad de Artes, la distinción que me otorgan al recibirme en la "Orden Javeriana". Especial significado, le doy a esta generosa distinción; mi relación con la universidad y sus instituciones surge de coincidencias en el análisis de la realidad social, regional y económica de nuestro país, respetándoseme con tolerancia que admiro, mi concepción sobre el mundo y el origen del cosmos. Señor Rector, Señores miembros del Consejo Directivo, Maestro Guillermo Gaviria, en esta ocasión les renuevo mis sentimientos de admiración y respeto.

Voy a continuación a esbozar algunas reflexiones personales sobre arte y ciencia, las cuales sólo tienen el carácter de un primer borrador. Estas iniciales notas buscan sustentar la hipótesis de que el arte precede a la ciencia y que igual a ella es un lenguaje que permite comunicar el pensamiento complejo del conocimiento. En palabras de Albert Einstein "El arte es la expresión de los más profundos pensamientos por el camino más sencillo".

EL TIEMPO

A diferencia del concepto de espacio que es fácilmente apprehensible por nuestros sentidos,

el del tiempo es elusivo y no pocas veces es fuente de paradojas. Los sofistas niegan el tiempo afirmando: el pasado ya no existe, el futuro es sólo una posibilidad y el presente no tiene duración. Con igual cinismo Oscar Wilde dice ¿"Por qué preocuparnos por el futuro? ¿qué ha hecho él por nosotros?", afortunadamente no se le considera un modelo a seguir por parte de los ecólogos.

Somos herederos de la concepción newtoniana de un tiempo absoluto, una especie de telón de fondo sobre el cual el espacio desarrolla su armónico movimiento. Algunas sociedades, no occidentales, no comparten esta idea, creen que el accionar del hombre puede modificar el ritmo de avance del tiempo, en África ecuatorial, nos narra Kapuscinsky, cuando un grupo no quiere que transcurra el tiempo, en particular cuando está negociando, se sienta en el suelo y no hablan. No es de extrañar el desespere de las potencias coloniales, estas tácticas se empleaban en las discusiones de los acuerdos de descolonización.

El golpe de gracia al concepto de tiempo absoluto lo da Einstein; inicialmente con la teoría de relatividad especial, el tiempo fluye a diferente ritmo dependiendo de las velocidades de los observadores. Minkowski amalgama el espacio-tiempo de la relatividad especial y crea una geometría plana

cuadrimensional, la cual es arena en que se desarrollan los sucesos físicos. En la relatividad general Einstein muestra cómo la masa afecta el devenir del tiempo, su teoría predice que concentraciones de altísima densidad pueden “congelar” el ocurrir del tiempo. Años más tarde, Schwarchild y más recientemente Hawking al resolver un caso particular de las ecuaciones relativistas “descubren” los agujeros negros. En su horizonte el tiempo, para un observador externo, no transcurre.

La física actual muestra que no es posible concebir el tiempo independiente del espacio, que no hay tiempo en un universo sin espacio. Que el tiempo aparece o se crea simultáneamente con el espacio. Estos conceptos aún no han permeado a occidente.

Einstein elude dar una definición del tiempo y dice “tiempo es lo que miden los relojes” y a renglón seguido muestra que miden magnitudes diferentes dependiendo de sus velocidades relativas. Cree que el tiempo, separado de espacio, es tan sólo una ilusión, pero una ilusión persistente. En la carta enviada al hijo y a la hermana de Michelle Besso, con motivo de la muerte de éste último les escribe:

“He aquí que ahora nuevamente me ha precedido un poco al abandonar este mundo extraño. Esto nada significa. Para nosotros físicos creyentes, esta separación entre pasado, presente y porvenir, no tiene más que el valor de una *ilusión, por persistente que ésta sea*”.

No deja de sorprender que 1.500 años antes San Agustín empleando el más poderoso laboratorio a disposición de la humanidad —el cerebro— llegara a la misma conclusión de la relatividad. No hay tiempo sin espacio. En la “Ciudad de Dios” expresa que al fluir el tiempo está relacionado con los cambios en la separación de objetos en movimiento, por lo tanto si no hay espacio no hay objetos y el concepto de tiempo carece de significado. En

una de sus escasas muestras de sentido del humor el obispo de Hipona respondía así a quienes le preguntaban qué hacía Dios antes de la Creación “Preparando el infierno para quienes hacen ese tipo de preguntas”. Para San Agustín no existe un antes que preceda al instante de la Creación, una conclusión muy cercana a la que se deduce de las hipótesis de la física contemporánea.

Aún hoy entre quienes aceptan el concepto de la creación del universo de la nada, por un acto divino, consideran que ese instante está situado en una línea temporal que se extiende en la eternidad en el pasado y que la muerte del universo no conlleva la desaparición del tiempo.

Tal vez San Agustín interpretó más adecuadamente las palabras del Génesis “Al principio creó Dios el cielo y la tierra”. La creación fue el principio del tiempo, no hay un antes y transcurridos muchos eones, tal vez no habrá un después.

Borges en su ensayo “Historia de la eternidad”, nos conduce como lo haría el más riguroso físico teórico al misterio del tiempo. Nos dice que es muy fácil comprender el concepto del tiempo si conocemos previamente la naturaleza de la eternidad. Los conceptos del eterno retorno, del tiempo circular los deduce de las características finitas del universo y del número limitado, aunque inmenso de posiciones de las diferentes partículas del cosmos. La eternidad es el instante en la mente de Dios y el tiempo es sólo una emanación de Él. Aunque Borges reconoce que el tiempo es un tenebroso y exigente problema, acaso el más vital de la metafísica, seguramente contestaría a la pregunta ¿qué es el tiempo? Diciendo, el tiempo es una sobrecogedora estatua que está en el querido cementerio de la Recoleta.

*“El espacio y el tiempo son formas suyas,
son instrumentos mágicos del alma,
y cuando ésta se apague,
se apagarán con ella, el espacio, el tiempo y
la muerte...”*

Cuatro siglos antes Pierre de Rosand expresaba también el carácter subjetivo del tiempo.

*“Se va el tiempo mi amiga más no es cierto.
Somos nosotros ¡ay! Los que nos vamos.
Ni de ti ni de mí quedaría huella.
Y cuando estés muerta y yo esté muerto
Nada habrá de este amor de que hoy hablamos
Ámame entonces mientras eres bella”.*

LA GRAVEDAD

La teoría del movimiento desarrollada por Aristóteles domina por cerca de 2.000 años las ciencias naturales. Aristóteles afirma que todo lo que se mueve debe ser movido por algo y que el movimiento cesa si se suspende la causa motriz. En el caso del movimiento vertical, éste se explica por la búsqueda de lugar natural de los cuatro elementos tierra, agua, aire y fuego. La composición de un cuerpo determina si éste se moverá hacia arriba o hacia abajo. Los otros tipos de movimiento los denomina artificiales y los explica por el impulso del aire que rodea al cuerpo.

No es de extrañar que los lagos del hades griego tuvieran fondo, a fin de evitar que el líquido y el fuego se separaran buscando su lugar natural.

En el Infierno de Dante, el lago que aloja al príncipe de la oscuridad no tiene fondo y está en equilibrio sostenido por una fuerza que sólo se empezaría a comprender parcialmente cinco siglos después de escrita la Divina Comedia. En palabras de Dante.

“Según él quiso me abracé a su cuello. Aprovechó la ocasión de lugar y tiempo y cuando vio suficientemente abiertas las alas de monstruo, se agarró a su velludo cuerpo deslizándose.... Alcé los ojos y creyendo ver a Lucifer como lo había dejado vi que tenía encima de mí las piernas....

Antes que me aleje de este abismo, Maestro mío —le dije así que me levante— sácame con algunas palabras de mi error ¿Dónde está

el hielo? ¿Cómo es que Lucifer se muestra al revés ahora y que en tan poco tiempo ha pasado el sol de la noche a la mañana?

Y me respondió— Imaginaste todavía estar en la parte allá del centro donde me así yo al pecho del protervo monstruo que traspasa el mundo. Estuviste allí todo el tiempo que tardé en bajar, mas cuando volví, penetraste por el punto que de una y otra parte atrae a sí la gravedad del globo”....

Muchos siglos habrían de pasar para que con la teoría de la gravedad newtoniana y con los lineamientos del cálculo integral pudiera demostrarse la posibilidad de la existencia de un fluido en equilibrio en el centro de la tierra. El lago esférico que alberga a Lucifer.

Cuando el Dante abandona el purgatorio y se dirige al Paraíso se guía por la concepción de Ptolomeo de la tierra inmóvil y las diferentes esferas celestes girando a su alrededor... “La Providencia que tan sabiamente lo dispone todo, serena siempre con su luz el cielo en que gira la esfera más veloz...”. En la esfera en la cual está el Sol que algunos lo interpretan como Dios...”. Desde aquel punto enviaba el hemisferio de allá la mañana y el de acá la noche...”.

No le causa sorpresa al Dante que el Sol - Dios, o su templo giren alrededor de Lucifer en círculos perfectos. Con alta posibilidad este sistema repugnó a Kepler quien ajusta el sistema cósmico para que los planetas giren alrededor del templo del Creador —el Sol— Al comprobar que el sistema heliocéntrico con órbitas circulares no se ajustaba a las observaciones, encuentra una solución en las órbitas elípticas con el sol en uno de sus focos y el vacío en el otro. Lucifer quedó condenado a rendirle homenaje a quien lo había derrotado.

LA CREACIÓN

Las modernas teorías físicas coinciden en atribuir un tiempo finito a la existencia del Uni-

verso. La proporción de hidrógeno/helio, el corrimiento hacia el rojo del espectro de las galaxias muestra que se están alejando entre sí; la existencia de una noche oscura en un universo eterno y homogéneo, la llamada paradoja de Olbers —son algunas de las piezas que sustentan la teoría de un Universo no eterno. A lo anterior debe agregarse que es posible con las leyes de la física explicar la conformación del cosmos y la creación y muerte de las galaxias, las estrellas y los planetas.

No existe un antes que preceda la creación, tal vez el antes es un vacío desprovisto no sólo de materia, sino de cualquier interacción electromagnética, gravitacional, fuerza débil y fuerza fuerte. Una fluctuación cuántica rompe la simetría de la nada, las cuatro fuerzas fundamentales que cuando estaban unidas sumaban cero, separan la gravedad que tiene signo contrario que las otras tres, la suma sigue siendo nula. Este proceso que dura menos que el tiempo de Planck $\times 10^{-43}$ seg, produce una masa primigenia de altísima densidad, que concentra toda la materia y energía del cosmos en una zona de diámetro inferior a 1.6×10^{-34} cm. Varios millones de veces menor que un núcleo atómico. A partir de ese instante la física teórica logra explicar satisfactoriamente la evolución del cosmos. Como en cualquier buena teoría quedan muchos interrogantes ¿qué rompe la simetría? ¿Qué hubiera sucedido si todas las fuerzas son de idéntico signo?

El hinduismo ofrece otra explicación, igualmente poética de la creación del mundo y de su armonía. Jurgen Moltmann la expresa así. Es la danza del dios Shiva Nataraja. Las fuerzas de la creación, de la destrucción y de la descomposición del mundo se manifiestan en los frenéticos movimientos giratorios. La mano superior derecha sostiene el tambor para marcar el compás, la creación nace del ritmo del tambor. Su mano izquierda superior sostiene la llama ardiente, el elemento de la destrucción del mundo. La mano derecha inferior se levanta en gesto de protección y de

bendición. La mano izquierda inferior apunta hacia abajo, al pie izquierdo levantados que aluden a la redención. Un anillo de llamas y luces rodea al dios que danza.



La danza es la unión del espacio y el tiempo, al danzar rompe la simetría estática. En las oscilaciones y movimientos rítmicos el espacio adquiere connotaciones temporales y el tiempo espaciales. El símbolo del mundo como danza cósmica destaca que el ritmo, el tiempo ordenado, oscilante es el secreto de las estructuras de la materia y de los sistemas de la vida.

La física moderna muestra que el mundo subatómico es un continuo de creación y destrucción. Capra, hace la analogía entre la danza continua de las partículas subatómicas y la danza de Shiva. Los rastros de la creación y destrucción de las partículas en los aceleradores de alta energía hacen el papel que los antiguos hindúes lograron fundiendo en bronce al dios danzante. La metáfora de la danza cósmica unifica la mitología, el arte religioso y la física moderna, “poesía, pero no menos ciencia”.

La danza del dios y la teoría cuántica de campos, que explican la creación, son concepciones

de la mente, modelos que describen la intuición de los autores de una realidad desconocida.

En la versión del génesis, la ruptura de la simetría y el principio de orden que se impone al caos son obras de Dios. “Al principio Dios creó el cielo y la tierra. La tierra era un caos informe sobre la faz del abismo, la tiniebla. Y el aliento de Dios se cernía sobre la faz de las aguas.

Dijo Dios

—Que exista la luz y la luz existió”.

Un físico teórico podría encontrar semejanzas entre el vacío con las fuerzas fundamentales unidas en un cero de energía y materia, con el caos primigenio, el aliento de Dios rompiendo la simetría del caos informe simétrico que da origen a las estructuras celestes y los fotones —la luz— como las constituyentes iniciales del átomo que da inicio al big-bang.

Para los hinduistas el mundo existirá mientras dure la danza cósmica. Para quienes aceptan la hipótesis de un Dios Creador pensarán, como lo esbozó Heine, el mundo es acaso un sueño divino y al despertar, desapareceremos sin saberse siquiera si hemos existido.

LA ESTÉTICA EN LA MATEMÁTICA

En los párrafos que siguen se considera que la física teórica es una rama de la matemática. A la tradicional pregunta ¿qué es la matemática? Se puede responder “matemática es lo que estudian los matemáticos”. Paul Erdos precisa qué es un matemático. “Un instrumento que permite transformar cafeína en teoremas”.

El principio básico que rige la creación de la matemática es la búsqueda de la belleza. La forma más elemental de belleza es la simetría, los principios básicos que tienen más probabilidad de ser acertados son los que son invariantes a las transformaciones simétricas. La conservación de la energía del momento lineal y del momento angular corresponde a

una simetría temporal, simetría de desplazamiento espacial e isotropía espacial. Emmy Noether demuestra que cada principio de simetría implica una ley de conservación.

La guía para clasificar la maraña de partículas elementales que se iban creando y descubriendo en los aceleradores de alta energía y en los detectores de radiación cósmica, es ir buscando partículas que ocupen los lugares de simetría de los polígonos regulares del espacio hipercarga-isospin.

La teoría de la relatividad especial fue el resultado de conservar la simetría de las ecuaciones de Maxwell a la transformación de coordenadas espacio-temporales. La transformación de Galileo rompía la estructura armónica de las ecuaciones. La transformación de Lorentz - Einstein la conserva. El precio que se pagó fue la desaparición del concepto de tiempo absoluto y uniforme.

La relatividad general mantiene las leyes de la física bajo transformación general de coordenadas, el tiempo pierde su posición privilegiada y se confunde con las coordenadas espaciales, se crea un continuo espacio-temporal, en un universo curvo de cuatro dimensiones.

La antimateria se encuentra primero en el papel, cuando Dirac introduce en la ecuación de Heisenberg la fórmula de energía relativista, con dos soluciones de la ecuación cuadrática.

El concepto de estética en matemáticas ya lo había señalado Aristóteles en su Metafísica. “Aquellos que dicen que las ciencias matemáticas no dicen nada de la belleza están en un error”.... En el mismo sentido se pronuncia John Von Neumann “Creo correcto afirmar que el criterio matemático de selección y el que tiene más probabilidades de éxito es el estético”.

En matemáticas la belleza se expresa, entre otros criterios por:

- Problemas de enunciado simple, aunque generalmente de solución compleja.

- Teoremas y axiomas cuya generalidad no opaca la fecundidad de sus posteriores desarrollos.
- Teoremas que unifican las diferentes disciplinas matemáticas.
- Hardy, el matemático inglés que descubrió al iluminado del siglo XX Ramanujan, afirma que no hay lugar permanente para las matemáticas feas. Refiriéndose a los trabajos de Ramanujan, poco diestro en suministrar demostraciones, decía, los resultados tienen que ser ciertos, es imposible que unas fórmulas tan bellas no lo sean.

Paul Erdos le gustaba decir que Dios conserva un libro que contiene las demostraciones de los teoremas estéticamente más hermosos. En su honor Martin Aigner y Gunter Ziegler publicaron "Proofs from the Book". Erdos decía que un matemático puede no creer en Dios pero sí debe creer en el libro.

EL ARTE COMO FORMA DE CONOCER LA COMPLEJIDAD

Conjuntamente, con el método científico, la inspiración, la iluminación, la intuición, el arte es una forma de conocimiento. Jorge Wagensberg lo expresa así "Considero el arte como una forma de conocimiento basado en el principio de comunicabilidad de complejidades no necesariamente inteligibles" Wagensberg diferencia la comunicación científica de la artística en los siguientes términos "El conocimiento científico no sólo no pretende comunicar más de lo representado, sino que incluso recomienda abstenerse de tal tentación. El científico conoce las limitaciones de sus códigos y lenguajes y sacrifica la infinitud que no abarca. El artista pretende todo lo contrario: que su imagen finita tenga la capacidad de arrastrar la infinitud de la complejidad primera". Declara no conocer los límites de su lenguaje, pero confía que de una punta visible que llame el interés del prójimo se pueda deducir una inmensidad oculta y en el fondo de su alma incluso cree que ello es posible en toda su plenitud.

La ciencia comunica su conocimiento, que parte de la hipótesis de inteligibilidad del mundo, mediante un proceso lógico y sistemático que puede ser descompuesto y analizado, el arte busca la transmisión a otras mentes, en forma global y acepta que existen sucesos en el mundo que son ininteligibles, que existe el misterio.

Dos citas ampliamente difundidas expresan en forma sencilla y profunda la relatividad del espacio y el tiempo.

*"Puedo estar encerrado en una nuez
y aún considerarme un rey
de un espacio infinito"*.

Shakespeare. Hamlet Acto 2 Escena 2

*"En un grano de arena contemplar el mundo
Y en una flor silvestre el cielo vislumbrar
Sostener en la mano el infinito
Y la eternidad en una hora condensar"*

William Blake. Auguros de Inocencia

Quiero terminar agradeciendo nuevamente al Rector, a los Directivos de la Universidad Javeriana y al Maestro Guillermo Gaviria, fundador de la Carrera de Estudios Musicales, la orden que hoy me ha sido otorgada.

