



José Iruides Belandria

ARTE Y CIENCIA



VICERRECTORADO ACADÉMICO

ARTE Y CIENCIA

APROXIMACIONES

Colección Ensayos

José Iraides Belandria

ARTE Y CIENCIA

APROXIMACIONES



**PUBLICACIONES
VICERRECTORADO ACADÉMICO**

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Autoridades Universitarias

- *Rector*
Léster Rodríguez Herrera
- *Vicerrector Académico*
Humberto Ruiz Calderón
- *Vicerrector Administrativo*
Mario Bonucci Rossini
- *Secretaria*
Nancy Rivas de Prado

PUBLICACIONES
VICERRECTORADO
ACADÉMICO

- *Director*
Humberto Ruiz Calderón
- *Coordinación editorial*
Luis Ricardo Dávila
- *Asistencia editorial*
Yelliza A. García A.
- *Consejo editorial*
Tomás Banded
Asdrúbal Baptista
Rafael Cartay
Mariano Nava
Stella Serrano
Gregory Zambrano

COLECCIÓN Ensayos

- *Comité editorial*
Luis Alfredo Angulo
José Briceño Ruiz
Miguel Montoya
Alberto Villegas

COLECCIÓN Ensayos

Publicaciones
Vicerrectorado
Académico

Arte y Ciencia
Aproximaciones
Primera edición, 2007

- © Universidad de Los Andes
Vicerrectorado Académico
- © José Iraides Belandria

- *Concepto de colección y diseño de portada*
Kataliñ Alava
- *Ilustración de portada*
Martínez Rabel
Rombo
- *Corrección*
Freddy Parra Jahn
- *Diseño y diagramación*
Levy Apolinar Márquez
- *Impresión*
Centro Editorial Litorama C.A.

HECHO EL DEPÓSITO DE LEY
Depósito Legal: LF 23720077001939
ISBN: 978-980-11-1073-6

Prohibida la reproducción
total o parcial de esta obra
sin la autorización escrita
del autor y el editor

Universidad de Los Andes
Av. 3 Independencia
Edificio Central del Rectorado
Mérida, Venezuela
publicacionesva@ula.ve
[http://viceacademico.ula.ve/
publicacionesva](http://viceacademico.ula.ve/publicacionesva)

- Los trabajos publicados en la
Colección Ensayos
han sido rigurosamente
seleccionados y arbitrados
por especialistas en las
diferentes disciplinas.

Impreso en Venezuela
Printed in Venezuela

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Autoridades Universitarias

- *Rector*
Mario Bonucci Rossini
- *Vicerrectora Académica*
Patricia Rosenzweig
- *Vicerrector Administrativo*
Manuel Aranguren Rincón
- *Secretario*
José María Andrés

PUBLICACIONES
VICERRECTORADO
ACADÉMICO

- *Dirección editorial*
Patricia Rosenzweig
- *Coordinación editorial*
Víctor García
- *Coordinación del Consejo editorial*
Roberto Donoso
- *Consejo editorial*
Rosa Amelia Asuaje
Pedro Rivas
Rosalba Linares
Carlos Baptista
Tomasz Suárez Litvin
Ricardo Rafael Contreras
- *Producción editorial*
Yelliza García A.
- *Producción libro electrónico*
Miguel Rodríguez

Primera edición digital 2011

Hecho el depósito de ley

Universidad de Los Andes
Av. 3 Independencia
Edificio Central del Rectorado
Mérida, Venezuela
publicacionesva@ula.ve
publicacionesva@gmail.com
www2.ula.ve/publicacionesacademico

Los trabajos publicados en esta Colección han sido rigurosamente seleccionados y arbitrados por especialistas en las diferentes disciplinas

A la memoria de Aladym

INTRODUCCIÓN

Cuando se analizan los aspectos conceptuales de ciertas obras de la literatura y artes plásticas contemporáneas, percibimos vinculaciones y encuentros con diferentes ramas de la ciencia como la física, astronomía, química, biología y matemáticas. A veces, las aproximaciones se advierten en palabras, frases, párrafos, fragmentos, textos, en las figuraciones de un cuadro o una estructura plástica, en aspectos filosóficos o en el planteamiento estructural de la obra de arte.

Tales conexiones entre estas disciplinas, aparentemente separadas, son notables, luciendo originales y estimulantes por su carácter interdisciplinario y la convergencia de múltiples enfoques de la realidad. De estas articulaciones surgen nuevos mundos y discursos, experiencias inéditas y espacios alternativos que enriquecen el conocimiento universal y el pensamiento creativo de humanistas y científicos.

En tal sentido, la intención de este trabajo es examinar varias de estas obras, realizar algunos comentarios y mostrar las sinergias y vínculos más resaltantes entre el arte y la ciencia. Sin pretender agotar todas las alternativas o establecer prioridades, he analizado una diversidad de autores que abarcan ampliamente el horizonte de las principales tendencias de la literatura, plástica y la ciencia contemporánea. Obviamente, debido a restricciones de tiempo, complejidad y extensión no se consideraron otras vertientes del arte como la

música, el cine, el teatro o escritores de ciencia ficción propiamente dichos, quienes, preferencialmente, han sido estudiados desde este punto de vista por diferentes críticos.

Conviene mencionar que las reflexiones del presente análisis, no aspiran a ser el juicio severo y definitivo de un crítico de arte, ni el ejercicio rígido de un científico, sino más bien una aproximación y una libre exploración de las corrientes artísticas bajo la inspiración de la ciencia. De esta manera, las interpretaciones son el resultado de lo que las obras de arte reflejan, sugieren, insinúan e inspiran, al acercarse a ellas con la mirada de la ciencia.

Para hacer comprensible el ensayo, se explicará la evolución de los principales conceptos científicos, enfatizando su historia, relaciones, convergencias y analogías. Durante el recorrido exploraremos algunas ideas acerca de la relatividad, la geometría no euclidiana, el espacio, el tiempo, la energía, entropía, las teorías de la luz, la dualidad onda-partícula, las aproximaciones de la mecánica cuántica, la historia del átomo, las leyes de la termodinámica, la física del caos, nociones de astronomía, biología y ciertas tendencias de las matemáticas modernas. Como referencia, al final del libro, se presenta un resumen biográfico de los autores investigados, poetas, novelistas y científicos.

La motivación para realizar esta obra surge a partir de algunos ensayos publicados por el autor en la *Revista Nacional de Cultura* del CONAC, de charlas dictadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, y de conversaciones informales con amigos de la ciencia y el humanismo, a quienes agradezco el interés que mostraron hacia la conclusión del presente trabajo.

I. FÍSICA RELATIVISTA

TEORÍA DE LA RELATIVIDAD. ESPACIO. TIEMPO. GEOMETRÍA NO EUCLIDEANA. CUBISMO CINETISMO. LITERATURA

Percibo el primer instante cuando un cristal perfecto como un punto matemático estalla en el vacío cuántico. De la nada surge la geometría del espacio y el tiempo, la gravedad, la masa al cuadrado, la energía y el fuego de la vida. La esencia de todas las cosas está allí en forma de partículas y ondas enlazadas por un tensor matemático y una fórmula relativista...

(Relatos cuánticos)

Los orígenes de la física relativista se remontan a 1905, cuando Albert Einstein postula que el espacio y el tiempo son relativos y dependientes de la posición y velocidad del observador. Según esta visión, el espacio y el tiempo dependen de la experiencia del ser y están ligados indisolublemente por una estructura geométrica de cuatro dimensiones que configuran la realidad en la cual vivimos. En la geometría relativista, tres dimensiones corresponden al espacio y una corresponde al tiempo. Cuentan, cómo Einstein, para dramatizar la interrelación entre el espacio, el tiempo y el observador, empleaba ejemplos cotidianos, diciendo, que cuando alguien está con su novia, el tiempo pasa más rápido que si estuviera sentado sobre una plancha caliente, o cuando un ser querido está cerca nos parece lejano, o un enemigo lejos lo sentimos cercano.

Tal perspectiva es diferente a las concepciones de Aristóteles o Newton, quienes consideraban que el espacio y el tiempo eran absolutos e independientes de la experiencia humana. Estas nociones propagadas desde el siglo IV a. C., influenciaron todos los

movimientos científicos, filosóficos, literarios y plásticos hasta principios del siglo XX, cuando aparece la teoría de la relatividad.

Las proposiciones de la relatividad señalan que cuando la velocidad de un objeto aumenta, el espacio y el tiempo se contraen y la masa y la energía se incrementan, y cuando la velocidad decrece, el tiempo y el espacio se dilatan y la masa y la energía disminuyen. La teoría permite estimar la geometría, el tamaño y la forma curva del universo, pronostica la gran explosión creadora del cosmos, y si no se restringe con la constante cosmológica, predice la expansión del universo. Expresa que la máxima velocidad alcanzable en la naturaleza es la velocidad de la luz, cuyo valor es constante, sugiere la existencia de agujeros negros en la inmensidad del espacio sideral, y plantea la posibilidad de viajar a través del tiempo. También expresa que la masa y energía son interconvertibles, y considera a la gravedad como una consecuencia geométrica de la curvatura del espacio y el tiempo en la vecindad de cuerpos masivos. Bajo esta perspectiva, la gravedad se deriva de la geometría del universo y no es una fuerza típica procedente de la acción entre dos cuerpos, como la concebía Newton.

Adicionalmente, plantea que la geometría tridimensional de Euclides no reproduce nuestra realidad de cuatro dimensiones, necesitándose una nueva geometría para su interpretación cabal, como las propuestas en el siglo XIX por Lobachevsky, Bolyai, Gauss, Riemann y Klein, quienes, trabajando independientemente, con espacios multidimensionales y diferentes curvaturas, crearon geometrías alternativas llamadas no euclidianas, las cuales, según Einstein, podían adaptarse a un universo similar al nuestro.

Estas geometrías amplían la visión del espacio a límites inconcebibles por la mirada clásica de Euclides, introducen la idea de la cuarta dimensión, revolucionando la noción de la perspectiva tradicional, extendiéndola a universos de múltiples dimensiones con diferentes curvaturas y horizontes. En estas geometrías se modifica el postulado de las líneas paralelas de Euclides, quien enunciaba que por un punto exterior a una recta, se podía trazar solamente una recta paralela en el mismo plano de la línea dada. En contraste, bajo el enfoque no euclidiano de la geometría elíptica de Riemann, por un punto exterior a una línea recta no existen paralelas, por lo cual

todas las líneas pueden cortarse si se prolongan lo suficiente, o según la geometría hiperbólica de Lobachevsky, por un punto exterior a una recta es posible trazar más de una recta paralela en el mismo plano de la recta dada. Así, la concepción del paralelismo se relativiza y queda sujeto al modelo geométrico seleccionado: elíptico, esférico, hiperbólico, parabólico o cualquier otra configuración. Las consecuencias de estas interpretaciones hacen que la suma de los ángulos internos de un triángulo cualquiera no sea ciento ochenta grados como ocurre en el sistema euclidiano, sino que esta suma es mayor de ciento ochenta grados en el esquema de Riemann, y menor de ciento ochenta grados en la geometría de Lobachevsky. De este modo, todas las figuras geométricas sufren alteraciones, adoptando configuraciones no comunes y las dimensiones son susceptibles de curvarse e interpenetrarse en variadas formas. Cualquier curva del espacio puede transformarse en otra equivalente, y cualquier universo de múltiples dimensiones es capaz de representarse convenientemente en un modelo hiperbólico, parabólico, elíptico o esférico. Siguiendo esta visión, Einstein escogió la geometría elíptica de Riemann para representar nuestro universo, incorporando el tiempo como una cuarta dimensión de la realidad.

Las imágenes relativistas desarrolladas por los físicos, también fueron previstas y estimuladas por escritores, pintores y otros creadores, quienes dieron origen a obras de arte de notable trascendencia y envergadura. Particularmente, la pintura cubista y el arte cinético muestran rasgos relativistas, que dotan a las obras de movimiento y percepciones espaciales, temporales y energéticas.

Con el cubismo, Pablo Picasso, Georges Braque, Juan Gris y muchos otros, introducen en la pintura, desde principios del siglo XX, la sensación del movimiento, la geometría no euclidiana, el tiempo y la relatividad. Tales efectos se logran superponiendo planos, alterando las formas geométricas clásicas y transformando los volúmenes y perspectivas en entidades aproximadamente no euclidianas, manipulando diferentes planos de orientación y creando sistemas de referencia relativos y dependientes de la posición del observador. Estas características generales se notan en las obras de Picasso como “Las damas de Aviñón”, “Guernica”, “Muchacha con mandolina”, “Arlequín”, “La paloma con guisantes”, “Frutero y pan

sobre una mesa”, “Cabeza de mujer”, “Hombre con sombrero” y “El aficionado”, entre otras. Así mismo, “El libro, la botella y la jarra” de Gris, y “Frutero y vaso”, “Bodegón con cartas” y el “Portugués” de Braque, revelan las particularidades del cubismo y la relatividad. Una obra emblemática de Picasso, “Las damas de Aviñon”, pintada hacia 1907, marca el comienzo del cubismo y las tendencias de ese movimiento, iniciadas casi simultáneamente con la publicación de la primera parte de la teoría de la relatividad. En el cuadro, cinco figuras femeninas geometrizadas, delineadas con trazos poligonales angulosos y algunas curvas suaves, dominan la escena, donde cada personaje ocupa un espacio y un tiempo particular e individual. Se aprecian formas geométricas distorsionadas en tendencias no euclidianas como cubos, tetraedros, trapecios, triángulos, cuadrados, semicírculos, semiesferas, ubicados relativamente en diferentes dimensiones espaciales y temporales, con distintos puntos de referencia y una sensación de movimiento. Claramente, la apariencia de la nariz de la mujer sentada y las figuras geométricas que llenan el fondo del cuadro, son modelos no euclidianos. Es curioso, como, casi simultáneamente con Einstein, Picasso traslada al lienzo la esencia de la relatividad, pudiendo uno preguntarse, si Picasso fue influido por el impacto causado en el continente europeo por la conmoción relativista, o por el contrario, independientemente, alteró las dimensiones espaciales y temporales de la perspectiva clásica, introduciendo la relatividad y la geometría no euclidiana en el arte, siguiendo su inspiración y capacidad de creación artística. Esta interrogante es interesante, pero difícil de responder con precisión. En todo caso, el impacto del cubismo ha dejado una profunda huella en la plástica contemporánea, y sus raíces se conectan a la esencia del espacio y el tiempo concebidos por los físicos y los pintores a principios del siglo XX. Aproximadamente, treinta años después de pintar “Las damas de Aviñon”, Picasso acomete la realización de “Guernica”, dramatizando la angustia y el horror de la guerra civil española. Tal obra esboza en el estilo cubista, el bombardeo y destrucción del pueblo vasco de Guernica, ocurrido en 1937 por parte de la aviación alemana. Allí, dentro de una casa, una mujer angustiada huye de las llamas, mientras otra mujer aterrorizada sostiene un niño en los brazos al lado de un combatiente tirado en el piso. A través de la puerta, una mujer, y

un hombre antieuclediano con una antorcha en la mano, se abalanzan hacia el interior, donde un caballo relinchando y asustado, junto a un toro, se desplazan a través de la oscuridad de la casa destruida por el bombardeo.

Explorando nuevas alternativas del cubismo, un algoritmo matemático publicado recientemente en la revista *Physical Review Letters* muestra la emergencia de un universo “cubista” a partir de la espuma primigenia. El trabajo pretende explicar cómo uniendo y combinando al azar pequeños trozos triangulares del espacio-tiempo, sumergidos en la bruma de la gravedad, puede surgir un universo de cuatro dimensiones similar al nuestro. El universo creado parece una insólita escultura tetradimensional integrada por infinitos trozos triangulares, en el más puro estilo cubista. Este sería un universo unificante de lo discontinuo y lo continuo, de lo probabilístico y lo determinista, de la mecánica cuántica y la relatividad. Este curioso hallazgo parece sugerir que la esencia del universo está representada en imágenes cubistas.

Posteriormente al cubismo, se intensifica la percepción del movimiento y la relatividad de la obra frente al observador, y a mediados del siglo XX, surge el arte cinético, que incorpora de manera tangible la cuarta dimensión, manifestando la interacción del tiempo, el espacio, la energía, las vibraciones cuánticas, el movimiento, la fragmentación de la luz y la participación activa del observador. Tales efectos se manifiestan vivamente en los “Penetrables” de Jesús Soto, los “Coloritmos” de Alejandro Otero, las “Inducciones cromáticas” de Carlos Cruz-Diez, los “Módulos cromáticos” de Juvenal Ravelo y en “Vonal-ksz” de Víctor Vassarely. En las siguientes palabras, extraídas de varias conversaciones de Soto, podemos vislumbrar la presencia de la relatividad en el cinetismo:

La vida es un fenómeno espacio-temporal... Nadamos en la trinidad espacio, tiempo, materia... Somos pequeños puntos frágiles de referencia en un universo inmenso siempre en movimiento. El arte debe ser testigo de esa fragilidad... Entonces vino la preocupación de desarrollar verdaderamente el tiempo en la obra de arte... La evolución del arte está en el valor espacio-temporal. Ese

valor espacio-temporal perseguido por el hombre desde sus primeras manifestaciones pictóricas, preocupación primordial del barroco y proposición vehemente a partir del cubismo. La preocupación del movimiento es una constante en el arte... La cuarta dimensión en el arte se manifiesta en el movimiento. Esta función espacio-temporal está presente en mi obra a través del espectador convertido en participante. Después avanzo y termino por incorporar al espectador en los penetrables... En ese momento logré la ambición de integrar el tiempo en la obra de arte. Como una cosa muy personal, por supuesto. Encontrar una nueva posibilidad de la visión en la plástica que pusiera de manifiesto la cuarta dimensión, que para mí es el tiempo.

Considerando otras alternativas de la pintura, una obra de Aladym, “La Tormenta”, capta figuraciones de seres cruzando las dimensiones del espacio y el tiempo en los vórtices de un agujero negro o en el remolino de una galaxia.

También, Salvador Dalí, en 1931, con un enfoque surrealista, vislumbra la relatividad del tiempo en el cuadro “La persistencia de la memoria”, cuyos relojes distorsionados y fluidos, marcan el paso del tiempo y el espacio a un compás diferente, sugiriendo la relatividad, dilución, fugacidad y transitoriedad de la vida y el flujo dimensional. Así mismo, años más tarde, Dalí sigue explorando las conexiones entre el tiempo y el espacio, pintando “En busca de la cuarta dimensión”.

De la misma forma, la relatividad también se puede percibir en la narrativa y poesía como se aprecia en las siguientes obras literarias.

Varios pasajes de *En busca del tiempo perdido* de Marcel Proust, publicado por etapas entre 1913 y 1927, expresan claramente la impresión de la relatividad del tiempo: “Había vivido tantas horas en unos instantes... esta noche a las pocas horas, habían pasado siglos...” y la relatividad del espacio:

¿Había venido Francisca, o era que yo, cansado de llamarla, iba a buscarla? Un cuerpo humano, aunque sea un cuerpo amado, como era el de Albertina, a unos metros de distancia, a unos centímetros, nos parece estar lejos de nosotros. Y lo mismo el alma que hay en él. Pero si algo cambia violentamente el lugar de esa alma con relación a nosotros, si nos indica que ama a otros seres y no a nosotros, entonces, por los latidos de nuestro corazón dislocado, sentimos que está, no a unos pasos de nosotros, sino en nosotros.

En general, la proposición central de esta novela es la interpretación del tiempo. El tiempo multiforme, no lineal, relativo, que como una serpiente zigzagueante se desplaza a través de las dimensiones temporales y espaciales, hurgando y escarbando en los laberintos de la memoria, el pasado, el presente y el futuro.

La novela *Ulises* de James Joyce, editada en 1922, incorpora efectos relativistas en su estructura y en algunos párrafos específicos. En relación con esta novela, tanto los críticos como Joyce mismo coinciden en afirmar que cada episodio, corresponde a una aventura de Ulises, el héroe de la *Odisea* de Homero. El tono relativista se percibe al equiparar los 20 años de aventuras de Ulises en la *Odisea*, a través de las costas, islas y amplios mares de la antigua Grecia, con las aventuras que le ocurren en un día al Ulises “irlandés” en la pequeña y moderna Dublín de 1904. Esta sensación se acentúa al imaginar que los acontecimientos en la vetusta Grecia ocurren más lentos, en barcos de vela o remo, a pie o a caballo, mientras que en Dublín los eventos suceden más rápido, en tranvías, trenes, barcos de vapor o comunicándose por periódicos o medios electromagnéticos como el telégrafo y teléfono. Las escenas de la novela parecen seguir la pauta relativista, según la cual, el espacio y el tiempo se contraen cuando la rapidez o velocidad de los acontecimientos aumenta o el espacio y el tiempo se dilatan cuando la velocidad decrece. Así, es razonable pensar, que veinte años de aventuras, en la amplia y lenta antigua Grecia, son relativísticamente comparables, con un día de aventuras en la rápida y pequeña Dublín de 1904. También, ingeniosamente, Joyce elabora una imagen sobre el teorema de las rectas paralelas de

la geometría de Riemann, empleando el movimiento de los trenes en una estación. Para aclarar esta idea, recordemos el postulado de Riemann el cual expresa: “por un punto exterior a una recta dada, no hay rectas paralelas, y si dos rectas cualesquiera se extienden suficientemente en un mismo plano, se encontrarán”. Esta geometría, utilizada por Einstein en la formulación de la teoría de la relatividad, sugiere que las rectas paralelas son aparentes en un universo curvo como el nuestro, y al prolongarse suficientemente pueden cortarse en el infinito, en contraste a la concepción de Euclides. En consecuencia, dos rayos de luz emitidos inicialmente paralelos se cortan en algún lugar, al curvarse por efecto de la gravedad. Precisamente, esta idea está subyacente en el siguiente párrafo del *Ulises* de Joyce: “Retirándose en la estación terminal del Great Northern Railway, calle Amiens, con aceleración constantemente uniforme, siguiendo líneas paralelas que se encontraban en el infinito, si se prolongaban...” Del mismo modo, basado en una posibilidad relativista considera un viaje a través del tiempo, una alternativa factible en un universo relativo y no euclidiano, donde las partículas pueden avanzar o retroceder a través de las ventanas dimensionales. “...una insatisfactoria ecuación entre un éxodo y regreso en el tiempo reversible, y un éxodo y regreso en el espacio a través del tiempo irreversible...”

Esperando a Godot y *Malone muere* de Samuel Beckett, son piezas literarias divulgadas hacia 1950, donde lo absurdo y la relatividad de todas las cosas filtran la escena y diálogos de los personajes. Oigamos parte del diálogo de Vladimiro y Estragón en *Esperando a Godot*:

—¿Es hoy sábado? No, ¿será más bien domingo?

¿O lunes? ¿O viernes?

—O jueves.

—El tiempo se ha detenido.

— No lo crea, señor.

—Vaya, ya pasó otro día.

—Todavía no.

—Pase lo que pase, para mí no ha pasado (...)

—Te digo que anoche no estuvimos aquí.

Lo has soñado.

—Y, según tú ¿dónde estábamos anoche?
—No lo sé. En otra parte. En otro compartimento.
—Bueno. No estuvimos ayer aquí.

O el monólogo de Malone:

...Pronto, a pesar de todo, estaré por fin completamente muerto. El próximo mes, quizás. Será, pues, abril o mayo... Que digo, tal como me conozco, soy capaz de vivir hasta la transfiguración o hasta la ascensión... No es ya la noche de hace mucho, de hace poco... Me digo nonagenario, pero no puedo probarlo. Tal vez sea solo quincuagenario, o cuadragenario... ¿Cuánto pudo durar, cinco, diez minutos? ... Una tierra se aleja, otra se aproxima, isla grande y pequeña...

La presencia de Einstein caminando a través de los pasillos del Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Princeton se advierte en la novela *En busca de Klingsor* de Jorge Volpi...

Bacon sabía que, desde su época de Berlín, a Einstein le encantaban las caminatas. Todos los días acostumbraba realizar a pie el recorrido entre el Instituto y su casa y le agradaba compartir esos minutos con alguien con quien charlar. Solo eran unos instantes, pero sus interlocutores los valoraban como sublimes momentos de iluminación. Muchos de los ilustres físicos que visitaban Princeton lo hacían con la esperanza de compartir uno de estos recorridos con el profesor...

En esta novela Volpi comenta diversos aspectos sobre las polémicas ideas de Einstein en relación con la ciencia y la política. Narra la expedición preparada por sir Arthur Eddington para verificar la teoría de la relatividad midiendo la curvatura de la luz durante un eclipse de sol ocurrido en África en 1919. Destaca la paradoja Einstein-Podolsky-Rosen que trata de demostrar que “Dios no juega a los dados”, como sugiere la mecánica cuántica. En el terreno políti-

co manifiesta la vigorosa posición de Einstein frente a la persecución de los judíos por parte de los nazis, quienes opinaban que Einstein era un judío peligroso y un promotor de una “ciencia judía” contaminada por artificios y proposiciones indemostrables como la teoría de la relatividad.

Ese mismo año, Stark publicó un libro en el que denunciaba el dogmatismo y el excesivo formalismo de la teoría de la relatividad y de la física cuántica. Para él, la ciencia de Einstein no era más que una especulación matemática sin ningún contenido real... abundaban los ataques personales contra Einstein y los juicios antisemitas.

Ahora, penetrando en la poesía, Neruda, en algunos poemas de *Residencia en la Tierra*, como en “Galope muerto”, “El reloj caído en el mar” y en “Las furias y las penas”, difuminadamente, habla en términos relativistas. En “Galope muerto”, dice: “Aquello todo tan rápido, tan viviente / inmóvil sin embargo, como la polea loca en sí misma...” En “El reloj caído en el mar”, escribe: “...Hay tanta luz sombría en el espacio / y tantas dimensiones de súbito amarillas... / Es un día domingo detenido en el mar / un día como un buque sumergido... / Hay meses seriamente acumulados en una vestidura... / Los pétalos del tiempo caen inmensamente...”, y en “Las furias y las penas”, expresa: “...Es una sola hora larga como una vena, / y entre el ácido y la paciencia del tiempo arrugado/ transcurrimos...”

Similarmente, Enrique Mujica esboza nítidamente la relatividad en un texto de *Intentos*: “Un tren aparece / sobre el puente / en una línea voraz, / un avión se pierde / hasta un punto / y ellos, los que viajan, / son solo un punto / o una línea / aunque vean el cielo abierto / o a los lados / el campo desolado /”.

También, alusiones a efectos relativistas se dan cita en *El círculo de los 3 soles* de Rafael José Muñoz: “Porque está claro, mi hijo es mayor que yo / y yo soy mayor que mi padre. / Mejor me explico: mi hijo tiene 40 años, / yo tengo 36 / y mi padre 32. /... de manera que hoy es ayer y mañana antier, / y si me da la gana, hoy es 3 de mayo del 407, / con campanas celebrando que haya muerto”. Muñoz completa su acercamiento a la relatividad mencionado la

cuarta dimensión, al éter y a Minkovsky, un célebre matemático ruso que contribuyó con sus teorías a la formulación de la relatividad, en particular, a la concepción cuatridimensional del universo: “Vientos de éter, límites de Minkovsky. / Sombras de Aldebaran, Cirio, Lomas de Orfeo”.

Igualmente, Nicanor Parra recita en *Cronos*: “En Santiago de Chile / los / días / son / interminablemente / largos: Varias eternidades en un día /...sin embargo las semanas son cortas / los meses pasan a toda carrera / y los años parecen que volaran. /”.

O la reflexión del autor en *Relatos cuánticos*, sobre el cálculo tensorial de Einstein, y la curvatura de la luz por efecto de la gravedad: “No sé cuándo Dios te regaló la hermosa luz curvándose más allá de todas las galaxias, o cuándo grabó sobre una piedra la geometría del tiempo, dibujando el tensor del universo, el misterio de la gravedad y la tangente que cruza la vertiente estelar del punto negro...”

Asimismo, un párrafo del poema “Amanecí de bala” de Víctor Valera Mora combina, con cierto humor, ideas de física clásica, mencionando la gravitación, un vínculo que une a Newton y Einstein:

...de espaldas al sol doy un giro en redondo y veo bajo los árboles a la muchacha vestida con pantalones azul claro/... estudiando afanosamente con una seriedad increíble y desde arriba / leo en su texto de física y no la conozco y le grito /... y le digo ave fénix / despierta y hoguérate y consúmete y renace cada día / y tendrás el contenido de esas páginas terribles / muchacha que gimes bajo la densidad de los cuerpos / que sufres de un newton sobre un metro cuadrado / que te enerva la ley de la gravitación universal / acosada por el mercurio y los ojos de los milibares / dime si es posible el principio de Arquímedes aplicado a los sueños / dime si la ley de Boyle y Mariotte puede hacernos más amorosos / porque te han escamoteado la perceptibilidad de las ondas sonoras / te han negado la intensidad la altura el timbre del sonido / te digo que liberes el fuego que está en ti y

tú desconoces / porque yo el más antiguo de todos los
poetas / solo puedo ofrecerte la ley de los vasos comuni-
cantes / y las leyes de la reflexión de la luz / ...

Con otro enfoque, el poeta Nicanor Parra, en “Poemas y antipoemas” publica “Los vicios del mundo moderno”, donde expresa: “...Los vicios del mundo moderno /... La desintegración del átomo, / El humorismo sangriento de la teoría de la relatividad...” Estas líneas del poeta Parra, están asociadas con las consecuencias negativas de las aplicaciones de la teoría de la relatividad, como la liberación de la energía termonuclear, capaz de destruir todo lo que existe, la proliferación de bombas atómicas y otras armas, como las usadas en Hiroshima, Nagasaki, Afganistán, Irak y los campos experimentales de exterminio. En realidad, la relatividad puso en las manos del hombre la posibilidad de usar, para el bien o para el mal, la inmensa e inimaginable acumulación de energía almacenada en el interior de todos los átomos del universo.

Sorpresivamente, durante el siglo XIX, Edgar Allan Poe y Herbert Wells, introdujeron anticipadamente planteamientos relativistas en *Eureka* y la *Máquina del tiempo*, respectivamente. En *Eureka*, Poe concibe la continuidad del espacio y el tiempo, imagina la creación del universo como resultado de la explosión de un átomo primigenio, similar a la concepción relativista de la gran explosión y sugiere la existencia de agujeros negros en la inmensidad del cosmos. Por otro lado, Wells describe un viaje a través del tiempo, el cual coincide, figurativamente, con las predicciones de la relatividad. En el mismo sentido, Ernest Meissonier, un pintor del siglo XIX, se anticipó a Einstein, según Dalí, al comprender que el espacio y el tiempo no podían existir como entidades independientes. Sus cuadros muestran esta vinculación espacio-tiempo, donde los personajes viven su propia historia, dando la impresión de estar conectados por una relación espacial y temporal indisoluble, diferente a la del pintor y observadores. Igualmente, Epicuro, en la antigua Grecia, pensó que el tiempo y el espacio estaban conectados entre sí y no podían existir separados e independientes.

II. TERMODINÁMICA

LEYES. ENERGÍA. ENTROPÍA. MÓVILES PERPETUOS. MÁQUINAS. NARRATIVA. POESÍA. PLÁSTICA

Un día universal pensé un problema mágico y extraño para ilustrar los mitos de la vida. Imaginé un ser destruyendo entropía en un mundo rodeado de fuego y moléculas de humo. Del colapso de entropía brotaban los móviles perpetuos y los espíritus sublimados cruzaban la barrera del tiempo en el flujo milenario de la vida...

(Relatos cuánticos)

La evolución de las ideas en torno al espacio y el tiempo modificaron otras concepciones físicas, como los conceptos de masa y energía propuestos en los siglos XVII, XVIII y XIX. En ese período histórico fueron postulados los principios de conservación de la masa y de la energía de manera independiente, vinculado este último a las leyes de la termodinámica.

A mediados del siglo XIX, los trabajos de Joule, Meyer y Helmholtz condujeron al principio de conservación de la energía, el cual se conoció desde entonces como la primera ley de la termodinámica. Esta ley expresa que la energía total del universo es constante, y no puede crearse ni destruirse sino transformarse. También, en la segunda mitad del siglo XIX, los estudios de Clausius, Kelvin y Carnot permitieron enunciar la segunda ley de la termodinámica, postulando la degradación de la energía y la muerte térmica del universo. En 1864, Clausius emplea por primera vez el término entropía, formulando la segunda ley en términos de esta magnitud que mide la degradación de la energía, la desorganización, el desorden,

el caos, la desinformación, la inutilidad y la tendencia al equilibrio de los sistemas. Según este principio, la entropía total del universo crece inexorablemente, tendiendo a un máximo que conducirá irreversiblemente a la destrucción de todo lo que existe. Al comenzar el siglo XX fueron formuladas la tercera y cuarta ley o ley cero de la termodinámica, asociadas respectivamente con el valor de la entropía a cero grado Kelvin, y con el concepto termodinámico de temperatura. En esa misma época, Einstein funde en una sola ecuación el principio de conservación de la masa y la primera ley de la termodinámica, expresando que la energía es igual a la masa por la velocidad de la luz al cuadrado, revelando que la masa puede convertirse en energía y viceversa. Con esta ecuación, la más famosa de la física, Einstein anticipa la liberación de la energía atómica y la posibilidad de inmensas fuentes de energía.

La formulación de las leyes de la termodinámica y sus implicaciones sobre la concepción de la realidad causaron desde su inicio una profunda impresión entre los filósofos e intelectuales, quienes impregnaron sus obras con interpretaciones variadas acerca del destino del hombre, el sentido de la vida, la muerte, la eternidad, la existencia de dioses y demonios, el caos y el orden, los ciclos eternos, la entropía y antientropía, la muerte térmica y los móviles perpetuos.

Sobre las leyes de la termodinámica, Jorge Luis Borges dice, en *Historia de la Eternidad*:

La primera ley de la termodinámica declara que la energía del universo es constante; la segunda, que esa energía propende a la incomunicación, al desorden, aunque la cantidad total no decrece. Esa gradual desintegración de las fuerzas que componen el universo es la entropía. Una vez alcanzado el máximo de entropía, una vez igualadas las diversas temperaturas, una vez excluida (o compensada) toda acción de un cuerpo sobre otro, el mundo será un fortuito concurso de átomos. En el centro profundo de las estrellas, ese difícil y mortal equilibrio ha sido logrado. A fuerza de intercambios el universo entero lo alcanzará, y estará tibio y muerto. La luz se va per-

diendo en calor; el universo, minuto a minuto, se hace invisible. Se hace más liviano, también. Alguna vez, ya no será más que calor: Calor equilibrado, inmóvil, igual. Entonces habrá muerto.

En *Ulises* de Joyce, aparecen también varias alusiones a conceptos termodinámicos como energía, temperatura y calor:

...desprendiendo de ese modo la energía potencial contenida en el combustible al permitir que sus elementos carbono e hidrógeno entraran en libre unión con el oxígeno del aire. El calor (conveccionado), un modo de movimiento desarrollado por tal combustión, fue constante y crecientemente transmitido desde la fuente de calorificación al líquido contenido en el recipiente, siendo irradiado a través de la superficie oscura desigual y sin pulir del metal de hierro, en parte reflejado, en parte absorbido...

Por otra parte, varios trabajos plásticos de Alejandro Otero, “Espejo solar”, “Ala solar”, “Estructura solar” y “Aguja solar”, aparentan espejos metálicos en movimiento, relacionados con planteamientos termodinámicos que involucran la interconversión de energía entre el viento, la luz solar, el espacio y el tiempo. En estas creaciones, la energía se muestra como la esencia de todas las cosas en permanente transformación a través del universo. Similarmente, sus obras “Rotor”, “Vertical vibrante” y la estructura giratoria instalada frente a la represa del Guri, parecen turbinas aladas, moviéndose en el espacio a expensas de la energía suministrada por motores o las corrientes de aire. La conversión de energía, las turbinas, rotores y motores, son aspectos emblemáticos de la termodinámica, los cuales son utilizados por Otero, como elementos artísticos de sus creaciones cinéticas.

Extrapolar las leyes de la termodinámica más allá de las fronteras conocidas ha sido una inquietud natural del hombre, tratando de romper las limitaciones de la masa, energía, entropía, fricción, degradación energética y muerte térmica del universo. Diferentes

pensadores, científicos y artistas, han ensayado móviles perpetuos en sus imaginaciones, tratando de infringir las leyes termodinámicas y emular a Dios o a los demonios.

Los móviles perpetuos de primera especie incumplen la primera ley de la termodinámica, como una máquina creadora o destructora de energía o un artificio creador de trabajo a expensas de la nada. Los de segunda especie no obedecen la segunda ley, como un sistema cíclico capaz de transformar enteramente la energía suministrada en trabajo útil, o una máquina de enfriamiento cíclico sin motor, o un proceso destructor de entropía. Los móviles de tercera especie infringen la tercera ley, equivalente a diseñar un dispositivo que alcance o mida la temperatura más baja del universo, cero grado Kelvin. Los de cuarta especie vulneran la ley cero como la imposibilidad de construir fuentes isotérmicas perfectas. Y los móviles de quinta especie son capaces de moverse eternamente, sin producir o requerir trabajo, como los ciclos eternos. En realidad, la mayoría de los pensadores han imaginado móviles perpetuos buscando los límites de las leyes, concibiendo sistemas imaginarios, casi mágicos, antimáquinas, esquemas ideales, mundos sin roce, desgaste, aniquilación, degradación o muerte.

Algunas máquinas de Orffyreus, Keely, Schauberger, Tesla, Picabia, la litografía “Cascada” de Maurits Escher, y concepciones teóricas como el demonio de Maxwell o los ciclos eternos creadores y destructores de entropía, son alternativas de móviles perpetuos que desafían las leyes de la termodinámica. La litografía “Cascada” muestra, mediante un manejo de la perspectiva y alteraciones geométricas, una corriente de agua subiendo en contra de la gravedad sin ninguna ayuda externa, la cual al caer mueve una rueda, ejecutando un trabajo mecánico a partir de la nada, alterando la primera ley de la termodinámica. Estructuras plásticas sumergidas en el vacío, similares a los satélites artificiales, o los péndulos oscilando libremente sin fricción, simulan móviles perpetuos de quinta especie. Algunos péndulos aerodinámicos se balancean durante días y noches, sin detenerse, cortando el aire suavemente con los bordes de las cuerdas o los perfiles ovalados de las masas terminales.

Ahora, refiriéndonos a las máquinas de la modernidad, la termodinámica ha estado vinculada a estos dispositivos desde sus

orígenes, cuando Savery y Newcomen inventaron las primeras máquinas térmicas impulsadas con vapor de agua, a mediados del siglo XVII. Aun cuando las máquinas han estado presentes en la vida del hombre desde tiempos muy antiguos, su desarrollo a gran escala comienza con la generación de fuerza y movimiento, a partir de la energía interna contenida en el vapor de agua. Con los avances de la termodinámica y mecánica, la máquina de vapor fue perfeccionándose y usándose en las minas, fábricas, transporte y en cualquier lugar donde se necesitaba reemplazar la fuerza muscular. Fulton la incorpora en los barcos y Stephenson a las locomotoras, de tal manera, que a mediados del siglo XIX, las locomotoras y barcos a vapor recorrían parte del mundo, y la máquina de vapor se había convertido en el motor de la revolución industrial, liderada por Inglaterra. A finales del siglo XIX y a principios del XX, el desarrollo del ciclo termodinámico de combustión interna, el ciclo Diesel, la manipulación masiva de la electricidad y el magnetismo, el establecimiento de la industria química y siderúrgica, el progreso de la ingeniería, y la fabricación de combustibles derivados del carbón y del petróleo, condujeron a la fabricación de motores, al automóvil, avión, artefactos domésticos, radios y armamento militar, entre otros artificios técnicos, iniciándose la sociedad de consumo y el culto a la adoración de la máquina. Los consiguientes descubrimientos científicos del siglo XX, la relatividad, mecánica cuántica, cibernética y el surgimiento de nuevos materiales y combustibles derivados de la química moderna, petroquímica y energía nuclear, consolidaron la supremacía de la técnica y la ciencia, generando nuevos símbolos de la tecnología como los computadores, televisión a color, robots, centrales atómicas, reactores nucleares, satélites artificiales, naves espaciales, aviones supersónicos, submarinos nucleares, misiles y armas atómicas, convirtiendo a la máquina en una insignia del progreso, destrucción, contaminación y alienación a escala planetaria.

Ante la máquina, uno de los emblemas más representativos de la modernidad, los artistas han reaccionado de múltiples maneras, admirándola o rechazándola.

Así, el futurismo, un movimiento plástico y poético, iniciado por Filippo Marinetti en 1909, glorificaba la máquina, la modernidad, el movimiento, la velocidad y la guerra. Un manifiesto atribuido

a Marinetti expresaba: “El auto de carrera es más hermoso que la Victoria de Samotracia”. En el libro *Zang Tumb Tumb* describe el sonido de las bombas y ametralladoras en la batalla de Adrianopoli. Según algunas opiniones, los principales integrantes del futurismo terminaron afiliados a los movimientos fascistas italianos.

Con una apreciación diferente, hacia 1916, surge el dadaísmo, censurando, ridiculizando e ironizando a la máquina. Picabia, uno de los integrantes del movimiento, construyó mecanismos que simulaban máquinas o antimáquinas, inútiles, imaginarias, fantásticas, imposibles, las cuales ridiculizaban los artefactos de la sociedad industrial y consumista. Sus máquinas eran una reacción contra los poderes establecidos, que en aquella época estaban empeñados en la concepción de la sociedad postindustrial, en la mecanización desmedida y en la construcción de máquinas de cualquier tipo, automóviles, aviones, armamento militar, cohetes, máquinas pensantes, robots y otros artificios.

Igualmente, las máquinas de Tinquely o los robots desbaratados de Bruce Lacey, propuestos en la segunda mitad del siglo XX satirizan las máquinas de la sociedad de consumo. Autores como Aladym, Pol Bury, Víctor Valera Mora, Enrique Mujica y otros, han empleado el tema de las máquinas con diferentes intenciones.

Tuercas, chasis doblados, tornillos oxidados, hierros retorcidos y chatarra han sido ensamblados por Aladym, simbolizando la contaminación mecánica, el deterioro ambiental y la alienación causada por la máquina. Algunos han incorporado efectos magnéticos, luces de neón, rayos catódicos o los últimos avances de la técnica, computadores, circuitos integrados, chips, celdas solares y rayos láser, buscando nuevos caminos y posibilidades. Otros acoplan computadores desvencijados, transistores rotos, tubos de rayos catódicos deteriorados y chips usados, formando una maraña caótica que encarna la decadencia de la modernidad por el avasallamiento de la tecnología cibernética.

Varios poemas de Valera Mora, “Masseratti 3 litros”, “Piloto de prueba” y “Semáforo rojo”, con un lenguaje mordaz y sarcástico, satirizan el automóvil y la tecnología, emblemas del poder, alienación y progreso de las metrópolis capitalistas. En “Masseratti 3 litros”, la máquina ruge a 600 kilómetros por hora:

A seiscientos kilómetros por hora cuestiono todo / no tengo paz ni sosiego y digo cuestiono todo / me dejo llevar me gusta cuanto me sucede / ... lo mío es un masseratti tres litros / una potente máquina / una agónica agonía de turbinas / ... y dije camisa de fuerza y dije insulina y dije metrasol / ... hacen falta barras de dirección y puntas de eje / alto octanaje y ácido de batería / ... hacen falta tuercas y tornillos rosca fina / despejados platinos y cigüeñales resistentes / al frío con los académicos comedores de ortigas / ahora es que va dar guerra el Che / necesitamos vestirnos de monte / insurgentes o muertos sin memoria / yo quiero un estallido atómico / demasiado hemos trabajado para los dioses / ... no olviden cruzo el laberinto a seiscientos kilómetros / la raíz cuadrada de un rayo de luz más todos los sueños / ... subo y arranco mi potente masseratti 3 litros / rafagueante doy con mis sesos contra un muro / después el otro infierno.

Un trozo de “Piloto de prueba” dice: “Máquina reflejada en su rostro / Construida en las infernales fábricas de la metrópoli / Máquina de turbinas y hélices para matarme /...”

Con un tono distinto, casi nostálgico, Mujica describe la reparación de un Ford 46: “A la sombra verde / de un roble / lo desarmaron / entre ese olor extranjero / de la gasolina / y el aceite / quedó el día limpio / en las piezas abiertas / una calma de hierros / lo prendieron / aquella mañana / mugía / era un toro nuevo / y manso /.”

También, de la termodinámica surge el demonio de Maxwell y sus máquinas eternas creadoras y destructoras de entropía como el ciclo cuántico de Hermes cuya leyenda se remonta a los albores de la alquimia.

III. MECÁNICA CUÁNTICA

EL ÁTOMO. DUALIDAD ONDA PARTÍCULA. INCERTIDUMBRE CUÁNTICA. CONJETURAS. ALQUIMIA. HUMANISMO

En esos extraños mundos de la mecánica cuántica estamos vivos y muertos al mismo tiempo. A veces existimos y estamos en todas partes en el mismo instante. Otras veces desaparecemos en el vacío sin dejar rastro. En medio de la incertidumbre flotamos como fragmentos ondulantes entre cuerdas y cenizas eléctricas sin límites ni contornos...

(Relatos cuánticos)

Durante el transcurso del siglo XX, los estudios en torno al átomo, la luz, la materia y otros hallazgos, conducen al desarrollo de la mecánica cuántica. El impacto de estas ideas influyó significativamente la ciencia y el arte, debido a su notable importancia en las múltiples interpretaciones de la realidad.

Con relación al átomo, su historia comienza con la intuición inicial de la naturaleza atómica de la materia, atribuida a Leucipo y Demócrito, quienes postularon, alrededor del siglo V a. C., que todas las cosas estaban constituidas por pequeñas partículas indivisibles denominadas átomos. Como consecuencia del predominio de la filosofía de Aristóteles, basada en la idea de los cuatro elementos, aire, tierra, fuego y agua, esta noción primigenia del átomo quedó relegada en el olvido hasta principios del siglo XIX, cuando Dalton retomó el concepto atómico para explicar, exitosamente, las combinaciones químicas de los elementos. Desde esa época, la teoría atómica empezó a jugar un lugar preponderante en el campo de la

ciencia, incrementándose los esfuerzos para dilucidar la esencia y estructura del átomo.

De este modo, a finales del siglo XIX, Thomson descubre el electrón en las entrañas del átomo y postula que la materia está constituida por átomos cargados eléctricamente. Según él, los electrones, dotados con cargas eléctricas negativas, reposaban sobre la periferia externa del núcleo atómico, como las pasas en una torta. Esta visión preliminar es modificada por Rutherford, quien, bombardeando átomos de oro con rayos alfa, observa que la mayor parte del volumen del átomo es un espacio vacío, donde se encuentran girando los electrones en órbitas circulares alrededor del núcleo, como si se tratara de un sistema solar en miniatura. Sus estudios indicaban que los electrones cargados negativamente estaban dotados con una masa y un tamaño muy pequeño, comparado con el núcleo, en el cual se concentraba la mayor parte de la masa del átomo. Rutherford, también descubre que el núcleo está integrado por partículas cargadas positivamente, bautizadas con el nombre de protones, y mediante balances energéticos, intuye que el núcleo es divisible y posee otras partículas eléctricamente neutras, a las cuales llamó neutrones, descubiertas posteriormente.

Aun cuando el modelo de Rutherford se adaptaba a las evidencias experimentales de su tiempo, no explicaba adecuadamente la estabilidad del átomo, ya que eventualmente los electrones se precipitarían sobre el núcleo, colapsando su estabilidad energética. Para explicar esta anomalía, Bohr recurre a la mecánica cuántica, proponiendo que las órbitas estables corresponden a ciertas cantidades fijas de energía, y considera que los electrones localizados en las órbitas circulares no emiten o absorben energía en forma continua, sino que para saltar de una órbita externa a una interna o viceversa, el electrón debe emitir o absorber energía en forma cuantizada, es decir en porciones discretas. Ya, para esa época, la mecánica cuántica, concebida sobre las ideas iniciales de Planck y Einstein, era la herramienta básica para estudiar el mundo subatómico y argumentaba que la energía se emitía o absorbía en forma discreta, o en paquetes.

Con esta visión, la teoría original de Bohr sufrió varios refinamientos para adecuarse a la complejidad de los nuevos hallazgos

experimentales, los cuales sugerían que los electrones se comportaban como ondas o como partículas, y que no giraban en órbitas circulares o elípticas definidas, sino que se movían erráticamente en una nube o zona difusa alrededor del núcleo. Interpretando estas observaciones cuánticamente, De Broglie logró explicar cómo los electrones podían comportarse como ondas o partículas, exhibiendo un carácter ondulatorio o corpuscular, según el caso. Teóricamente, ambas descripciones son válidas, representando aspectos complementarios de la realidad, siendo imposible diseñar experimentos, que muestren los microsistemas comportándose simultáneamente como ondas y partículas.

En este escenario, Heisenberg, Schrodinger y Dirac, concentraron sus esfuerzos tratando de dilucidar las evidencias teóricas y experimentales en torno al átomo, creando un conjunto de estructuras matemáticas que generaron interpretaciones complementarias del microcosmos cuántico conocidas como la representación ondulatoria de Schrodinger, la descripción matricial de Heisenberg y el álgebra cuántica de Dirac.

Los trabajos de Heisenberg condujeron al principio de incertidumbre, según el cual, es imposible medir simultáneamente, la posición y velocidad de un electrón o una partícula subatómica cualquiera. Este principio implica que solo se puede tener una información limitada de las partículas mientras las observamos con instrumentos, pero no se tiene idea de lo que hacen mientras no las vemos, o cuáles sucesos pueden acontecer, pues la causalidad tiende a fracturarse en la escala cuántica. A este nivel, el observador interacciona con los microsistemas al realizar mediciones experimentales, afectando su naturaleza y modificando irreversiblemente su existencia. La perturbación ocasionada por el observador evita la posibilidad de obtener un conocimiento preciso acerca de las entidades a escala atómica y, en consecuencia, es imposible predecir con exactitud si el átomo existe o no existe, cómo es, dónde está, o cómo se comporta en cada instante, sí como una onda o como una partícula. Solo puede estimarse la probabilidad de encontrarlo en un cierto estado del universo cuántico.

Desde su formulación, el principio de incertidumbre causó muchas polémicas sobre la concepción de la realidad, cuestionando

la causalidad, lo absoluto, el determinismo, la certeza, y la posibilidad de comprender de manera precisa el curso de los acontecimientos. La imagen laplaciana y newtoniana de un universo mecanicista y determinista, funcionando como un reloj, linealmente, es cuestionada por el indeterminismo cuántico. En contraste, las predicciones de la teoría cuántica indican la existencia de un universo probabilístico, indeterminado, no lineal, incierto, impermanente, sometido a la in-causalidad y al azar, donde la anticipación del futuro es imposible. Sugiere la existencia de antimateria, la transmutación de los elementos, la superconductividad y la levitación magnética, la posibilidad de la piedra filosofal, la existencia de múltiples partículas y antipartículas en el núcleo, la existencia de nuevos eslabones estructurales de las entidades subatómicas como cuerdas o quarks, y plantea asombrosas conjeturas como la existencia de entidades fantasmas, la simultaneidad de la vida y la muerte, la presencia de partículas virtuales o la posibilidad de existencia de múltiples universos o múltiples historias.

Bajo este contexto, aun cuando nadie ha visto un átomo, la mecánica cuántica lo concibe como una colección de partículas y antipartículas en incesante mutación, movimiento y vibración, sumergidas en un espacio y tiempo lleno de energía e información. Sus efectos se han detectado en los centelleos y parpadeos luminosos que dejan sus tenues estelas, cuando se mueven como fantasmas en la neblina de las cámaras de burbujas. Allí las partículas pueden aparecer, desaparecer, cambiar su identidad, volviéndose positivas, negativas, neutras, mutarse en diferentes formas, convertirse en antimateria, fragmentarse, o desintegrarse en radiaciones. En cualquier circunstancia, la distribución de las partículas está gobernada estadísticamente, siendo su concentración muy densa en la región central o núcleo y poco densa en la periferia del núcleo, donde giran los electrones en un inmenso vacío, describiendo trayectorias similares a nubes difusas. En el núcleo están localizados los protones, cohabitando con una miríada de partículas y antipartículas, sometidas a un intenso campo de fuerzas y a procesos de interacción energética, donde la dualidad onda-partícula y la interconversión de materia o antimateria en energía y viceversa, son fenómenos ordinarios.

Según esta visión, la materia está formada por un conjunto de entidades subatómicas de naturaleza electromagnética, las cuales se comportan como ondas o corpúsculos en continua vibración e interacción energética. De manera análoga, la luz, constituida por fotones, es una entidad cuántica, electromagnética, que se muestra como una onda o como una partícula vibrante, según las circunstancias. Esto implica que vivimos en un universo cuántico, electromagnético, lleno de partículas y ondas en permanente transición y vibración. Parafraseando a los alquimistas del antiguo Egipto, todo es dual, nada reposa, todo vibra. Curiosamente, hoy, la física cuántica, estudiando las profundidades de la materia y la luz, reconoce esta verdad, presentada hace miles de años por los estudiosos de la alquimia.

Consecuencialmente, artistas como Dalí, Kandinsky, Vasarely, Soto y Mark Tobey han empleado las visiones del átomo, la materia y la energía en sus creaciones plásticas.

Dalí realizó varias obras cuya temática está relacionada con el átomo, la holografía, la energía nuclear, y escribió “Manifiesto antimateria”, interesándose por los trabajos de Planck y Heisenberg. Entre ellas pueden citarse: “Idilio atómico y uranio melancólico”, “Equilibrio intraatómico de una pluma de cisne”, “Separación del átomo: Desmaterialización cerca de la nariz de Nerón”, “Leda atómica”, “Galatea de las esferas”, “Santo rodeado de tres mesones pi”. En “Galatea de las esferas”, un rostro de mujer fragmentado en numerosas esferas, parece simular que la íntima organización del ser se reduce a infinitas partículas y antipartículas en movimiento y transición. “Idilio atómico y uranio melancólico”, esboza el horror de la guerra nuclear, manifestado en la destrucción de Hiroshima y Nagasaki por la bomba atómica. Describe la impotencia del hombre ante el uso irracional de la energía concentrada en el átomo, la cual puede acabar con el planeta y sus vecinos circundantes. El cuadro es un desolador y patético retrato de las consecuencias negativas de la tecnología de la guerra, creada alrededor de la desintegración del átomo. Es la misma sensación que expresa el poeta Nicanor Parra en “Los vicios del mundo moderno”, o el sentimiento de pesimismo, temor e impotencia que ensombrece el futuro de la humanidad, con la manipulación y desencadenamiento de la energía nuclear como artificio militar o industrial.

Por su parte, Kandinsky y Vassarely han pintado varias obras cuyos temas lucen como sistemas atómicos en movimiento y vibración.

En el mismo sentido, Soto, ha incorporado en sus “penetrables”, la permanente vibración e información que llena el espacio que nos rodea como consecuencia de la dualidad onda-partícula y de la continuidad del espacio y el tiempo. Al introducirnos en los “penetrables”, el campo cuántico del universo interacciona con nuestro campo, incorporándonos a la totalidad y al flujo energético universal. Allí, una sensación energética nos envuelve al integrarnos a las vibraciones del cosmos.

A propósito de la energía y las fuerzas atómicas, David Medalla, reflexionando sobre sus esculturas dice: “Esculpo energía. Utilizo aquellos elementos que me permiten expresar el movimiento de las fuerzas atómicas. Trato de encontrar a través de estas fuerzas, estructuras melódicas y continuas que puedan despertar ternura y amor en el alma endurecida del hombre actual...”

En un contexto análogo, la escultura “Perturbación totémica” de Tobey, representa según sus palabras: “el mundo eléctrico de la ciencia destruyendo las verdades totémicas”.

En cuanto al átomo y la poesía, César Vallejo, construye una imagen mencionando al átomo en “Telúrica y magnética”, un poema póstumo: “...¡Cuaternarios maíces, de opuestos natalicios, / los oigo por los pies como se alejan, / los huelo retornar cuando la tierra / tropieza con la técnica del cielo! / ¡Molécula ex abrupta! ¡Átomo terso! ...”

Un verso de Neruda en “Cien sonetos de amor” dice: ...“son míos y yo pertenezco como átomo negro / a las áridas tierras y a la luz del otoño en las uvas / a esta patria metálica elevada por torres de nieve /...”

Similarmente, Luis Alberto Angulo, en “Antología de la casa sola” elabora una figura poética, considerando el incesante movimiento del átomo: “Con ojo abierto / de tanto nacer / contemplo sueño / y este pequeño átomo / salta y salta / sin motivo aparente / sin único y por solo gusto de saltar /.”

Asociaciones con partículas atómicas, protones, neutrones, ondas, ergios, dipolos pueden apreciarse en “El círculo de los 3 soles” de Rafael José Muñoz:

...ambos surgidos de las fuerzas caloríficas que desarrolla un neutrón examinado a cierta distancia colocada entre el polo y más allá de Saturno. (Se trata más bien de una FX hidrostática con fluido análogo al de una superficie con una orientación cualquiera)... es lógico pensar que en el neutrón y en el protón se encuentre la raíz numérica que permita, extrayendo un gramo de meteoro de los cráteres de la luna, evitar la muerte... Por tanto, la consabida expresión F_i , ACS, Ay, Fy, 6, 6, de que hablan los matemáticos y los físicos, no corresponde a la realidad... las FTA de sus fuerzas compresoras...

Viajo por la electrostasia /...Viajo en la ostra del dipolo, / en su cilindro de placa U, / en su vector de logaritmo. / Y me parece que si sigo viajando así, / voy a encontrar una Nova... Pensamos porque ondas perpetuas que vienen desde lejos / establecen contacto con nuestro cerebro: / Son ondas UN, ondas que se pierden / en vibraciones bi-ri; / ondas que están en el masser / y establecen anillos paralelos / de luminosas okras. /...No tiene remedio cuando huye por semanas / a dos ergios V^2 / con la veinteava potencia de aquella /.

Asimismo, en la narrativa, Borges ha hecho alusiones al átomo de Rutherford en *Historia de la eternidad*: “El diámetro de un átomo de hidrógeno ha sido calculado, salvo error, en un cienmillesimo de centímetro. Esa vertiginosa pequeñez no quiere decir que sea indivisible: al contrario, Rutherford lo define según la imagen de un sistema solar, hecho por un núcleo central y por un electrón giratorio, cien mil veces menor que el átomo entero.”

Continuando con Borges, su cuento *El jardín de senderos que se bifurcan*, publicado en 1941, es una anticipación notable de la teoría de múltiples historias o múltiples universos de la mecánica cuántica. La teoría señala que durante toda medición experimental

ocurre una descomposición de la función de onda del proceso, la cual se fragmenta en muchas ramas o historias diferentes, igualmente probables. La interacción entre sistemas ramifica y bifurca el mundo en muchos estados independientes, y al realizarse una observación, el universo se separa en múltiples copias, dando origen a un conjunto de universos o múltiples historias disímiles. Estos múltiples universos pueden sucesivamente ramificarse perpetuamente, generando nuevas historias sujetas a las probabilidades y el azar. A veces, estos universos coinciden con el nuestro y otras veces se manifiestan en otros mundos y dimensiones. El cuento de Borges presenta ciertas similitudes con algunos planteamientos de esta teoría que surge de los trabajos de Richard Feynman y Hugh Everett publicados en 1948 y 1957, respectivamente:

Pensé en un laberinto de laberintos, en un sinuoso laberinto creciente que abarcara el pasado y el porvenir y que implicara de algún modo a los astros... Dejo a los varios porvenires (no a todos) mi jardín de senderos que se bifurcan. Casi en el acto comprendí; el jardín de senderos que se bifurcan era la novela caótica; la frase varios porvenires (no a todos) me sugirió la imagen de la bifurcación en el tiempo, no en el espacio. La relectura general de la obra confirmó esa teoría. En todas las ficciones, cada vez que un hombre se enfrenta con diversas alternativas, opta por una y elimina las otras; ...Crea, así, diversos porvenires, diversos tiempos, que también proliferan y se bifurcan... En la obra de Ts' ui Pên, todos los desenlaces ocurren. Cada uno es el punto de partida de otras bifurcaciones. Alguna vez, los senderos de ese laberinto convergen... El jardín de senderos que se bifurcan es una enorme adivinanza, o parábola, cuyo tema es el tiempo... Creía en infinitas series de tiempos divergentes, convergentes y paralelos. Esa trama de tiempos que se aproximan, se bifurcan, se cortan o que secularmente se ignoran, abarca todas las posibilidades. No existimos en la mayoría de esos tiempos; en algunos existe usted y no yo; en otros, yo, no usted; en otros, los dos... En éste,

que un favorable azar me depara, usted ha llegado a mi casa; en otro, usted, al atravesar el jardín, me ha encontrado muerto; en otro, yo digo estas mismas palabras, pero soy un error, un fantasma... El tiempo se bifurca perpetuamente hacia innumerables futuros. ...Esas personas eran Albert y yo, secretos, atareados y multiformes en otras dimensiones de tiempo.

Cruzando los límites de la ficción y la realidad, Jorge Volpi articula en su novela *En busca de Klingsor*, una leyenda sobre los grandes artífices de la mecánica cuántica: Bohr, Heisenberg, Schrodinger, Planck, Einstein, Dirac y otros. Bajo el drama de la segunda guerra mundial, rasgos de la vida psicológica de estos personajes son entremezclados con los actores de la novela, en una trama dirigida a desentrañar el misterio de Klingsor, el supuesto asesor y espía de los proyectos de investigación de Hitler. Veamos algunos párrafos:

Hablar con Max Planck era enfrentarse con un fantasma del siglo XIX. Su rostro apergaminado, lleno de surcos y cicatrices –marcas de sabiduría y dolor, de serenidad e ira–, hacía pensar en una reliquia antigua o en el tronco abierto de un árbol en el cual es posible advertir los círculos del tiempo. Sus mejillas enjutas y las pesadas bolsas que le caían bajo los ojos eran los únicos restos de una era que se negaba a perecer gracias a la voluntad inquebrantable de este hombre inmortal... Aunque yo le había dicho que Heisenberg había bebido el elixir de la eterna juventud, esta vez le pareció a Bacon que sus rasgos mostraban la evidente descomposición del tiempo. Seguía conservando el cabello rubio, casi blanco, pero su rostro era similar a los de esos niños enfermos que envejecen de la noche a la mañana. Las penurias de la guerra, la derrota, y el descubrimiento de que los aliados habían tenido éxito en el proyecto atómico antes que él, le habían afectado profundamente... Schrodinger era el reverso exacto de Heisenberg, afable, mujeriego, dandy y bon vivant, con una filosofía de la vida fundada en el

vals de Strauss, vino, mujeres y canciones. Si Heisenberg era una especie de estoico de la física, Schrodinger representaba su lado hedonista... El pesado rostro de Bohr recordaba a un bulldog o a un dogo. Sus mejillas anchas y esponjadas, se precipitaban sobre su nariz como si fuesen a devorarla, permitiendo apenas que su tibia sonrisa quedase incierta como una viga en medio de las dos moles de carne. Sus ojillos, en cambio, mostraban una vivacidad infantil. Lo mismo ocurría con su mente; su temperamento de neurótico excesivo —¿pero qué gran científico no lo es?—... La relación de Einstein con la mecánica cuántica siempre había sido ambigua; aunque en gran medida él había contribuido a su creación y había seguido de cerca sus progresos, no acababa de convencerse de que la mecánica matricial de Heisenberg y la mecánica ondulatoria de Schrodinger bastasen para resolver todos los conflictos. Él seguía demasiado obsesionado con la claridad de la física clásica para aceptar los desafíos conceptuales de la nueva era. En 1926 le escribió esa famosa carta a Max Born, quien acababa de interpretar la teoría de Schrodinger de modo estadístico, en términos reprobatorios: “La mecánica cuántica es muy impresionante”, le decía, “pero una voz interna me indica que aún no se trata de la verdad. La teoría funciona, pero difícilmente nos acerca al secreto del Viejo. Estoy convencido de que él no juega a los dados”.

Alternativamente, Samuel Beckett, tiende a revelar la incertidumbre cuántica, la indeterminación, la duda, la probabilidad y la ruptura de la causalidad en la literatura. Así, su pieza teatral, *Esperando a Godot*, además de lo absurdo que le atribuyen los críticos, muestra una inexorable incertidumbre en sus diálogos, como si la inquietante duda cuántica fuera trasplantada a la vida cotidiana:

—Ya tendría que estar aquí.

—No aseguró que viniera.

—Y si no viene.

—Volveremos mañana.
—Y, después, pasado mañana.
—Quizás.
—Y así sucesivamente.
—Es decir.
—Hasta que venga.
—Eres inhumano.
—Ya vinimos ayer.
—¡Ah, no! En eso te equivocas.
—¿Qué hicimos ayer?
—¿Qué hicimos ayer?
—Pues, pues... nadie como tú para no entenderse.
—Yo creo que estuvimos aquí.
—Te resulta familiar el lugar.
—Yo no he dicho eso.
—¿Entonces?
—Eso nada tiene que ver.
—No obstante... este árbol... esa turbera.
—¿Estás seguro de que era esta noche?
—¿El qué?
—Que debíamos esperarle.
—Dijo el sábado, según creo.
—Después del trabajo.
—Debí apuntarlo.
—Pero ¿qué sábado? ¿Es hoy sábado?
—¿No será más bien domingo? ¿O lunes? ¿O viernes?
—No es posible.
—¿O jueves?
—¿Qué hacemos?

Además de la incertidumbre, las interpretaciones de la mecánica cuántica generan conjeturas asombrosas, como la paradoja del “Gato negro” de Schrodinger, la cual sugiere un experimento con un gato negro encerrado en una caja hermética, donde hay una cápsula de vidrio conteniendo cianuro, un martillo y una pila radiactiva. La fuente radiactiva, al desintegrarse, emite radiaciones que activan el martillo, el cual al caer rompe la cápsula, liberando el veneno,

que eventualmente matará el gato. La mecánica cuántica sugiere que no hay manera de saber el resultado del experimento, hasta que no se abra la caja y miremos en su interior. Mientras tanto, hay una fuente radiactiva que se ha desintegrado y no se ha desintegrado, un martillo que ha caído y no ha caído, una cápsula de cianuro que está rota y no está rota, y un gato que está vivo y muerto. Antes de abrir la caja, hay varias perspectivas de la solución matemática de la ecuación de onda de Schrodinger. Una describe un gato muerto y otra un gato vivo. Entre los físicos, algunos opinan que cuando se mira dentro de la caja una de las soluciones se vuelve real y la otra imaginaria, observándose un gato muerto o un gato vivo, otros sugieren que ambas soluciones son reales, existiendo un gato vivo y un gato muerto, pero en universos distintos, o piensan que hay un gato vivo y un gato muerto coexistiendo simultáneamente en el mismo universo. Las consecuencias de esta paradoja y otras versiones cuánticas similares, han sido extendidas hasta los límites de la imaginación, asomando la posibilidad de simultaneidad de la vida y la muerte o la existencia de universos donde no hay certeza de estar vivo o muerto, o la ocurrencia de espacios donde los vivos pueden convivir con los muertos, como ocurre en el cuento *Pedro Páramo* de Rulfo. En este cuento, no se sabe a ciencia cierta quién está vivo o quién está muerto, como si las paradojas cuánticas fueran extrapoladas al pueblo de Comala, donde vive Pedro Páramo:

Ni más ni menos, ahora que venía encontré un velorio. Me detuve a rezar un padre nuestro. En esto estaba, cuando una mujer se apartó de las demás y vino a decirme — ¡Damiana! ¡Ruega a Dios por mí, Damiana! Soltó el rebozo y reconocí la cara de mi hermana Sixtina. — ¿Qué andas haciendo aquí? —le pregunté. Entonces ella corrió a esconderse entre las demás mujeres. Mi hermana Sixtina, por si no lo sabes murió cuando yo tenía 12 años. Era la mayor. Y en mi casa fuimos dieciséis de familia, así que hazte el cálculo del tiempo que lleva muerta. Y mírala ahora todavía vagando por este mundo. Así que no te asustes si oyes ecos más recientes, Juan Preciado.

Sobre la paradoja del “Gato negro de Schrodinger”, Volpi hace la siguiente interpretación en su novela *En busca de Klingsor*:

Si nos dejamos llevar por la fuerza de esta paradoja, cada vez que se realiza la medición de un fenómeno cuántico, el universo se bifurca en el número de elecciones posibles... A nivel cuántico, cada una de nuestras decisiones nos hace elegir un camino, aunque en el fondo podemos saber que una parte de nosotros (o que “otro nosotros”, por decirlo de algún modo) se lanza, en su propio universo, en una dirección distinta... ¿Y qué es el amor sino la mayor de las elecciones? Cada vez que uno decide amar a una mujer, en el fondo está optando por una posibilidad, eliminando, de tajo, todas las demás... ¿No le parece una perspectiva aterradora? Con cada una de nuestras elecciones perdemos cientos de vidas diferentes... Amar una persona significa no amar a muchas otras... Escoger significa perder cientos de mundos posibles... si nos toca encontrar al gato muerto. Ya no hay modo de volver atrás el tiempo, nuestra observación nos condena a permanecer en este mundo. Y con el amor sucede lo mismo.

Otra deducción cuántica denominada el efecto túnel, indica que una partícula subatómica encerrada en un recipiente rígido y sólido puede traspasar las paredes, y aparecer en el otro lado, como si atravesara un túnel. Tal fenómeno ocurre en el mundo ultramicroscópico, pero no sucede en el mundo macroscópico en el cual vivimos. Un relato, *El efecto túnel y la sota de copas*, nos revela una réplica de este acontecimiento cuántico:

Saúl sacó del bolsillo un juego de naipes y empezó a mostrarnos algunos trucos sorprendentes. En medio del espectáculo nos dijo: —Tomen una carta cualquiera, mírenla todos. Después coloquen la carta en el montón y barajen bien los naipes. Escogimos una carta, la observamos todos, sin decir nada entre nosotros, y la colocamos

en el paquete, barajando cuidadosamente. Al terminar, Saúl tomó el juego de cartas, diciéndonos— Ahora, entren a ese cuarto que está detrás de esa pared y encontrarán la carta. Entramos al cuarto y descubrimos fijada en la pared la carta que todos habíamos visto previamente, la sota de copas. Sorprendidos, salimos del cuarto y encontramos a Saúl, sonriendo y silbando.

Este relato contempla una paradoja del efecto túnel, extrapolada a nuestra realidad convencional. Una partícula subatómica, como un electrón, consigue pasar la pared de acero u otro material rígido, porque atraviesa los espacios vacíos de los átomos de la pared, vibrando o agitándose como una onda o una partícula. Sin embargo, esto no ocurre en la realidad macroscópica, donde ninguna entidad, como la sota de copas, puede exhibir de manera apreciable la dualidad onda-partícula y penetrar los espacios como un fantasma, a menos que alguna fuerza misteriosa o poder inexplicable, como el manifestado por Saúl, logré tal acontecimiento.

Con relación a la superconductividad, ciertos conductores a bajas temperaturas decrecen la resistencia eléctrica a cero, pudiendo generar inmensos campos magnéticos y transportar la electricidad sin pérdidas energéticas en forma de calor. Esta tecnología sugiere la posibilidad de la levitación magnética, cercana a las aproximaciones de la magia y la alquimia. Combinando campos magnéticos opuestos o los efectos de la superconductividad, se han construido móviles que simulan procesos de levitación, elevando pequeñas esferas sobre la superficie terrestre, las cuales literalmente vuelan como pequeñas naves sin motores ni alas.

Más allá de los extraordinarios hallazgos y conjeturas de la mecánica cuántica, otra idea que ha avivado la imaginación del hombre, en particular de los alquimistas y artistas, es la posibilidad de alcanzar la piedra filosofal, mediante la transmutación artificial de los elementos químicos. En principio, con los actuales procedimientos de extracción e incorporación de partículas y antipartículas en el núcleo del átomo, es posible transmutar el plomo o cualquier otro metal en oro, y dotar cualquier elemento químico de propiedades sorprendentes, como soñaban los antiguos alquimistas.

Basado en las investigaciones alquímicas, hay dos efectos cuánticos imprescindibles en la preparación de la piedra filosofal, uno está asociado con el principio de incertidumbre de Heisenberg, es decir, con la participación del alquimista que afecta de manera inevitable el proceso, y quien debe integrarse armoniosamente con el universo, para lograr un campo de fuerza que induzca la transformación, y el otro efecto, está conectado con el rayo luminoso que se hace incidir sobre la mezcla alquímica, el cual debe ser un rayo de luz solar polarizado, condensado, con una geometría de incidencia apropiada, y una longitud de onda específica gobernada por la ecuación de Planck. Fulcanelli, en las *Moradas filosofales* pronostica la presencia del rayo de luz solar polarizado: “Captad un rayo de sol, condensadlo en una forma sustancial, nutrid de fuego elemental ese fuego espiritual corporeizado, y poseeréis el mayor tesoro del mundo.” Las indagaciones alquimistas sugieren, que empleando estas consideraciones cuánticas y procedimientos clásicos de alquimia, que no exijan aceleradores de partículas de alta energía, sino los instrumentos básicos usados por los legendarios maestros de la alquimia, como un atañor de arcilla, un alambique, vasijas, los siete metales planetarios y sustancias alquímicas, es posible obtener la piedra filosofal. El cuento, *La piedra filosofal y el espejo cuántico*, vislumbra esta alternativa. Veamos algunos fragmentos:

El profesor Rama, a la hora señalada, empezó su disertación sobre la transmutación de los metales y la piedra filosofal. Describió la metamorfosis artificial de los átomos pesados de la última fila de la tabla periódica, y finalizó expresando: “Los sueños de los alquimistas son posibles de alcanzar utilizando la mecánica cuántica y las técnicas modernas de transmutación artificial. La transformación del plomo en oro, o en cualquier otro metal, se puede lograr en un laboratorio que disponga de los equipos necesarios. La mecánica cuántica sugiere y permite la posibilidad de obtener la piedra filosofal, la cual es una partícula del universo, que concentra los poderes divinos en el interior de sus átomos, donde vibra el corazón de Dios. La búsqueda de la piedra es ardua y

paciente, exigiendo preparar la mezcla alquímica según la formulación de los antiguos alquimistas, exponiéndola a la acción de los rayos del sol y al influjo de la luna. Los rayos del sol concentrados en un espejo cóncavo, y nuestro campo espiritual, armonizando con el universo y los átomos de la piedra, conducen al milagro de su creación... Un día busqué un lugar apropiado, donde construí un laboratorio de alquimia, dotado con un horno de barro y arcilla, destiladores, baños de maría, pinzas, crisoles, retortas, extractores, tubos de ensayo, morteros, ollas, vidrio, matraces, espejos, fuentes de agua, fuego, carbón, aire, metales, sales alquímicas y una tabla periódica... Una mañana del mes de mayo, cuando la luna llena aún resplandecía sobre el horizonte, recogí unas gotas de agua provenientes del rocío de unas rosas, las vertí sobre cristales de azufre, mercurio y trazas de sales y metales alquímicos, contenidos en un matraz de cuello largo, y dejé macerar la mezcla durante varios meses, iluminándola todas las mañanas, con un espejo cóncavo que emitía una luz proveniente del sol. Cada metal estaba asociado con un astro, de acuerdo a su presencia temporal en el signo zodiacal: oro y sol, luna y plata, estaño y júpiter, azogue y mercurio, hierro y marte, plomo y saturno, cobre y venus. Después de sucesivas exposiciones al fuego transformador, destilaciones, decantaciones, calcinaciones y sublimaciones, el elixir de la mezcla, reposó largo tiempo en un lugar oscuro, que visitaba todos los días con mucho fervor, incorporándome mentalmente al proceso para lograr el objetivo deseado. En las noches, cuando la luna estaba en creciente, exponía el elixir al influjo lunar, hasta la medianoche. A medida que el tiempo avanzaba, empecé a observar un resplandor y un halo en el fondo del crisol, que iluminaba un cristal naciente, brillante como una estrella. Allí, pasaba noches y días, presenciando el desarrollo de aquel evento extraordinario y milagroso, que estremecía mi espíritu y mi cuerpo, la creación de la piedra filosofal. Al tiempo, el cristal na-

ciente se transformó en una hermosa piedra fosforescente, que destellaba infinitos rayos luminosos de color rojo, en todas direcciones. Era casi como una esfera de múltiples caras, las cuales reflejaban el incesante cambio y movimiento del cosmos, su campo de fuerzas, el flujo del tiempo y el espacio, la eternidad, la dinámica del caos y el orden, la entropía y antientropía, las transformaciones de la materia y las vibraciones energéticas...”

IV. TEORÍAS DE LA LUZ

ONDAS. CORPÚSCULOS. COLORES. HOLOGRAFÍA. LÁSER. ESPEJOS. ARTE

Un cuanto de luz vuela fragmentando la realidad en las regiones donde habitan las radiaciones del cuerpo negro. Mutándose cruza los bordes del espacio como corpúsculos veloces y briznas de colores. El tiempo se desvanece y un equilibrio mortal inunda sus fotones disolviéndose en la soledad del átomo...

(Relatos cuánticos)

Un aspecto de la física que ha preocupado a los artistas plásticos, principalmente, es la naturaleza de la luz, cuya interpretación ha suscitado profundas controversias entre los científicos y pintores de la humanidad.

El misterio de la luz ha llamado la atención desde tiempos muy remotos, pero su explicación racional comienza en el siglo XVII con los trabajos de Newton y Huygens. Según Newton, la luz tiene una naturaleza corpuscular, pareciendo un chorro de partículas lanzado desde su fuente emisora. En cambio, Huygens considera que su naturaleza es ondulatoria, comportándose como una onda viajando a través del éter. En realidad, ambas aproximaciones son complementarias, la teoría corpuscular puede explicar satisfactoriamente la propagación rectilínea de la luz, la reflexión y la refracción, pero no aclara los fenómenos de difracción o interferencia, los cuales son adecuadamente explicados por la teoría ondulatoria. Newton, también teorizó sobre los colores, argumentando que eran producto de la reflexión de la luz, descubriendo que la luz blanca está constituida

por todos los colores del espectro cromático. Él observó cómo un rayo de luz al pasar a través de un prisma se refracta, es decir, cambia su dirección y se desvía un cierto ángulo que depende del color del rayo de luz. La luz violeta sufre la mayor desviación de todos los colores, y la roja, la menor. Como la luz blanca está constituida por todos los colores, al pasar a través de un prisma cada color se desvía según un ángulo específico, separándose en siete colores principales, rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

Después, durante el siglo XIX, se descubre el electromagnetismo, las radiaciones, el electrón, la naturaleza eléctrica de la materia, y Maxwell sugiere que la luz tiene un carácter electromagnético, comportándose como una combinación de campos eléctricos y campos magnéticos viajando en el espacio. Paralelamente a estos trabajos, Young demuestra que cada color posee una longitud de onda característica, declarando que la capacidad de absorción y reflexión de la luz depende de la estructura atómica. Estos descubrimientos permitieron explicar la existencia de los colores, considerando que cuando un cuerpo exhibe un color específico, se debe a que el objeto refleja solamente la porción de luz correspondiente a su longitud de onda, y absorbe el resto de las radiaciones luminosas. La porción de luz reflejada, de una cierta longitud de onda, impacta la retina, y el cerebro capta la sensación del color correspondiente a esa longitud de onda. Si la luz incidente es totalmente reflejada, el color del cuerpo es blanco, y si es absorbida íntegramente presenta un color negro. La manifestación de cualquier otro color es un compromiso entre esos límites.

Estos hallazgos de la física fueron tomados en cuenta por algunos movimientos plásticos como el impresionismo, cuyos representantes más notables, Manet, Monet, Pizarro, Renoir, Cezanne, Degas y Sisley, entre otros, analizaron los efectos de la incidencia y reflexión de la luz sobre los objetos, y con pinceladas fragmentadas, rápidas, instantáneas, cortas, breves, transitorias, trataron de pintar la penetración y filtración de la luz a través de los cuerpos, sus impresiones, modulaciones, matices, claridad, oscuridad, brillo, vibraciones, radiaciones y luminosidad. El cuadro "Navegando por el Sena" de Pierre Renoir, es una típica representación impresionista, donde el artista realiza una magistral interpretación de la reflexión y

refracción de la luz en las aguas azuladas del río. Las pinceladas fragmentadas, rápidas, y la penetración y difusión de la luz en el agua, crean efectos de movimiento y transitoriedad, casi reales, los cuales se intensifican con los brillos y reflejos que proyectan las figuras en el cambiante flujo del río. Las figuras humanas y el ambiente sin contornos definidos se diluyen en un enjambre de matices luminosos, verdes, blancos, azules, marrones y ligeros tonos amarillos que se proyectan y filtran en la claridad del paisaje.

También, pintores anteriores al impresionismo como Vermeer, Rembrandt, Goya y Velásquez, estudiaron los fenómenos de la luz desde un punto de vista diferente al impresionismo, manipulando magníficamente los efectos lumínicos permanentes, construyendo hermosas obras donde los contrastes y reflejos de la luz constituyen la esencia y sentido de la creación pictórica.

Igualmente, pintores post impresionistas de la talla de Vincent Van Gogh o Paul Gauguin, continuaron las investigaciones de los efectos de la luz, incorporando innovaciones originales en sus concepciones pictóricas. La pintura “Campo de trigo con cipreses” de Van Gogh, es una imagen impregnada de ondas coloreadas, la cual nos recuerda la naturaleza ondulatoria de las radiaciones luminosas moviéndose en el espacio. Las ondas de colores comunican una sensación de movimiento y vibración, presintiéndose el viento que mueve los cipreses, el trigo y las nubes del cielo. Las pinceladas ondulatorias son comunes y características en varios cuadros de Van Gogh, entre los cuales pueden mencionarse “La noche estrellada”, “Autorretrato (1889)”, “Carretera con cipreses y estrella” y “Jardín del Hospital San Paul”.

Adicionalmente, otro estudio notable sobre los efectos de la luz en la pintura acontece en la primera mitad del siglo XX, cuando Reverón descubre la posibilidad de utilizar la luz blanca en sus originales creaciones artísticas. En su refugio frente al mar, Reverón observa que la luz blanca es la síntesis de todos los colores, y detecta, cómo al derramar su radiación sobre el lienzo, se revelan sutiles tonalidades derivadas de su transparencia, luminosidad y vibración. Estos efectos quedan plasmados en “Rancho en Macuto”, “Uveros en un paisaje”, “Cocoteros en la playa”, “Rancho con árboles”, y otras obras, donde la transparencia y vibración de la luz blanca se

transforma en tonos claros y etéreos. Las variaciones de la claridad se manifiestan como ondas o partículas en “Cocoteros en la playa”, mostrando la naturaleza vibratoria y corpuscular de la luz blanca, de la cual nacen tenues matices ocres y azules claros, que perfilan los cocoteros, la playa y el movimiento del aire marino.

Contrastando a Reverón, varios artistas han estudiado la descomposición de la luz blanca en sus principales colores rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Algunas obras de Wassily Kandinsky y Joan Miró, muestran combinaciones y espectros luminosos de múltiples tonalidades y colores, similares a la estructura del arco iris. En ocasiones, otros artistas, revelan la hermosa creación de un arco iris, cuando los rayos del sol atraviesan una tenue lluvia, y las pequeñas gotas de agua, actuando como prismas diminutos, refractan y separan la luz en sus colores constituyentes.

En el contexto de la literatura, varios poemas de Ramón Palomares como “Pequeña colina”, “Las comedias y los días”, “Palabras del actor” y otros, están poblados de imágenes asociadas a colores. En particular, “Pequeña colina”, parece un arco iris de palabras, donde los principales colores constitutivos de la luz blanca se ven en forma tangible o alegórica. Casi se percibe en un lenguaje poético, la concepción física de la estructura de la luz blanca en rojo, amarillo, azul, verde y morado. El color verde subyace en forma simbólica en la imagen de la colina, y se exponen los elementos naturales que aseguran la existencia del arco iris, luz, sol, llovizna, arroyo, río y nubes. Observemos el fenómeno y los colores en los siguientes fragmentos:

Pequeña flor blanca eres, / así te diría quien lave su cabeza bajo el sol. / Pequeña colina que duerme. / Pequeña colina echada como una gallina. / ...Ponte cinco flores en el cabello: / Flor roja, para sonreír. / Flor azul para tu amor, para abrirte los senos y darlos. / Flor morada para llorar como una llovizna triste. / Flor amarilla para cantar con la luz. / Flor blanca, flor blanca, flor blanca, / esta última para que una ilusión ande en ti como la nube. / ...bebe agua en el arroyo, lejos, donde van los perros de caza. / Pequeña, como las piedras de los ríos tú eres; /

tú pintas el poblado de rojo pequeña colina, /...así te llamaría quien va a casarse. / ...Pequeña corriente de leche eres, /.

Contemplando otros alcances de la física, en los albores del siglo XX, Einstein encuentra que la luz está constituida por fotones o corpúsculos de energía radiante, y un poco después, las deducciones cuánticas insinúan que se comporta como una onda o como una partícula, según las circunstancias. Tales visiones impactan al arte, siendo transplantadas al cinetismo a mediados del siglo XX por Soto, Cruz-Diez, Otero, Ravelo, Vassarely y otros, quienes incorporan en sus creaciones artísticas la vibración, oscilación, fragmentación y la dualidad onda-partícula de la luz.

Hacia 1960, el descubrimiento del rayo láser y la posibilidad de usar la luz como una escultura tridimensional causa un revuelo en varios artistas plásticos como Rubén Núñez, August Muth, Ana MacArthur y Jean Bailey, entre otros. En realidad, los antecedentes científicos de esta innovación datan de 1947, cuando Dennis Gabor descubre la holografía mientras realizaba investigaciones con el microscopio electrónico. Su hallazgo revelaba la alternativa de usar la luz para producir hologramas o imágenes luminosas en tres dimensiones las cuales parecían flotar en el ambiente. Los primeros experimentos presentaban imperfecciones debido al empleo de luz ordinaria, pero fueron minimizadas al descubrirse los rayos láser, generados con la tecnología cuántica en 1960. Estos rayos, constituidos por fotones de la misma frecuencia, emiten un rayo de luz monocromático donde las ondas están en fase y tienen la misma dirección de oscilación. Es decir, es un rayo de luz, puro y coherente, a diferencia de la luz ordinaria integrada por ondas de diferentes frecuencias, vibrando en diferentes fases y planos de orientación. Con el rayo láser, la holografía alcanzó su máxima expresión, utilizándose en numerosas aplicaciones técnicas y estéticas. En manos de los artistas se convirtió en una herramienta ideal para esculpir figuras tridimensionales, suspendidas en el espacio, como espectros luminosos, in-materiales y transparentes. Núñez, uno de los pioneros de esta tendencia, creador de la holocinética, combinó los efectos holográficos con las posibilidades de las radiaciones luminosas de sus esculturas

de vidrio, logrando efectos interesantes y originales. Un comentario de José Balza sobre los hologramas de Núñez expresa:

El magnético matiz de un árbol se yergue sobre la penumbra azul. Otro se desplaza en la ambivalencia blanco-negro. Árbol del alma, árbol de los druidas. Lo que había sido una tradición, la figuración, se transforma. El paisaje por fin adquiere su consistencia plástica y física tridimensional de luz pura. En otra obra lo que se realiza y se mueve ante nosotros pudiera ser reconocible como destellos de galaxias, remotas, insinuaciones estelares.

Las posibilidades de la holografía han sido extendidas a la literatura por Eduardo Kac, creador de los holopoemas, considerados por los críticos como una nueva expresión de la era digital. Los holopoemas son construcciones holográficas computarizadas, esculturas luminosas de letras, palabras, oraciones, que aparecen y desaparecen, se fragmentan, recombinan, creando nuevas palabras e ideas, en un mundo virtual, no euclidiano, discontinuo, no lineal e imprevisible.

Aparte de la holografía, los rayos láser ofrecen numerosas alternativas para el arte. Al respecto Pol Bury comenta: “Cada día la ciencia realiza un descubrimiento: El rayo láser permite ya una palpable realidad. Nosotros podemos empezar a delirar. Los imanes y la luz de neón es solo un comienzo.”

Más allá de los rayos y los colores, la física de la luz está conectada con la óptica y los espejos, cuyas leyes combinadas explican el reflejo de las imágenes reales y virtuales de los objetos. Los espejos planos, esféricos, angulares, cilíndricos, cóncavos, convexos, parabólicos, hiperbólicos y elípticos, desdoblan la realidad en múltiples reflejos inmateriales, asombrosos y extraños. Desde sus orígenes, los espejos han estado asociados a la magia, alquimia, ciencia y arte, causando fascinación y misterio. Borges, García Márquez, Escher y otros, reflejan la realidad en las imágenes de espejos ocultos en galerías, áticos, alcobas, calles, pasillos o en estructuras paralelas, perpendiculares, oblicuas o antigeométricas.

Iniciando el relato “*Tlön, Uqbar, Orbis Tertius*”, Borges descubre un espejo en el fondo de un corredor:

Debo a la conjunción de un espejo y de una enciclopedia el descubrimiento de Uqbar. El espejo inquietaba el fondo de un corredor en una quinta de la calle Gaona en Ramos Mejía... Desde el fondo remoto del corredor, el espejo nos acechaba. Descubrimos (en la alta noche ese descubrimiento es inevitable) que los espejos tienen algo monstruoso. Entonces Bioy Casares recordó que uno de los heresiarcas de Uqbar había declarado que los espejos y la cópula son abominables, porque multiplican el número de los hombres.

Adicionalmente, varios poemas y relatos de Borges invocan el tema de los espejos, reiteradamente, como las estrofas de “Los espejos”:

Espejos de metal enmascarado / Espejo de caoba que en la bruma / De su rostro crepúsculo disfuma / Ese rostro que mira y es mirado / . Infinitos los veo, elementales / Ejecutores de un antiguo pacto / Multiplicar el mundo como el acto / Generativo, insomnes y fatales / Nos acecha el cristal. Si entre las cuatro / Paredes de la alcoba hay un espejo; / Ya no estoy solo / . Hay otro. Hay el reflejo / Que arma en el alba un sigiloso trato. / Todo acontece y nada se recuerda / En esos gabinetes cristalinos / donde como fantásticos rabinos / leemos los libros de derecha a izquierda...

Por otro lado, los espejos paralelos producen infinitas imágenes, cuando un objeto se interpone entre ellos. Una interminable fila de espectros se multiplica y desenvuelve en un camino sin fin. La idea de los espejos paralelos, combinados con rayos de luz de múltiples colores, se puede transformar en una ráfaga de rostros desplazándose en el tiempo. Rostros ocultos del pasado retornan al presente, desde el fondo infinito de los espejos. Y rostros provenientes

del futuro reverberan en una arista o en la esquina de un reflejo azul. Las imágenes no tienen principio ni fin. Es una eterna secuencia de caras, naciendo, muriendo y resucitando en la geometría de los espejos. Este efecto es manejado por García Márquez en un párrafo de *Cien años de soledad*:

Cuando estaba solo, José Arcadio Buendía se consolaba con el sueño de los cuartos infinitos. Soñaba que se levantaba de la cama, abría la puerta y pasaba a otro cuarto igual, con la misma cama de cabecera de hierro forjado, el mismo sillón de mimbre y el mismo cuadro de la Virgen de los Remedios en la pared del fondo. De ese cuarto pasaba a otro exactamente igual, cuya puerta abría para pasar a otro exactamente igual, y luego a otro exactamente igual, hasta el infinito. Le gustaba irse de cuarto en cuarto, como en una galería de espejos paralelos...

Universos enigmáticos creados por espejos se vislumbran en las litografías de Escher, “Mano con esfera reflectante”, “Naturaleza muerta con esfera reflectante” y “Naturaleza muerta con espejo”. Un mundo esférico destella en “Mano con esfera reflectante”. Allí, Escher, magistralmente, retrata el reflejo de su rostro, con la mano extendida sosteniendo el espejo. Atrás, en el fondo, se detecta una sala parecida a una biblioteca, arqueada por la perspectiva de la esfera de vidrio. Cuadros colgados en las paredes, libros, muebles y una lámpara suspendida mágicamente en el techo balancean el espacio curvo.

V. FÍSICA DEL CAOS

GEOMETRÍA FRACTAL. ATRACTORES EXTRAÑOS. EFECTO MARIPOSA. PINTURA. LITERATURA

Estos rumbos perdidos como el olvido los he transitado muchas veces con mis ojos infinitos. Parecen una curva sin principio ni fin como el atractor del caos o la topología del mundo. Parecen un laberinto poblado de espejos paralelos y fractales que cambian su posición a medida que camino...

(Relatos cuánticos)

Los antecedentes de la ciencia del caos se remontan a principios del siglo XX cuando el matemático Henry Poincare advierte la presencia del caos en la interacción dinámica de tres cuerpos celestes, insinuando la imposibilidad de predecir sus órbitas estelares. Posteriormente, a mediados del mismo siglo, Ilya Prigogine continúa la exploración de los sistemas caóticos centrandose sus estudios en las bifurcaciones de tales procesos y en la generación de orden durante las transiciones irreversibles. Sus investigaciones condujeron a una nueva concepción termodinámica de la naturaleza y al estudio de eventos evolucionando fuera del reino del equilibrio.

Sin embargo, el auge de los estudios del caos y anticaos empieza en la década del sesenta, cuando un artículo de Edward Lorenz sobre el comportamiento del clima atrajo la atención de investigadores de diferentes campos del conocimiento. Su artículo, un modelo matemático del clima representado por tres ecuaciones diferenciales no lineales, sugería la imposibilidad de predecir el tiempo atmosférico como consecuencia del inexorable caos de la naturaleza.

En esa época, empezó una avalancha de tratados sobre el caos que condujo a la llamada física del caos, la cual se dedicó a investigar la dinámica de los procesos caóticos como el clima, los movimientos turbulentos de los fluidos, las olas del mar, los fenómenos estelares, reacciones oscilantes, los procesos biológicos, la evolución y dinámica de las poblaciones, las mutaciones y alteraciones genéticas, los huracanes y tormentas planetarias, los catalizadores, cristales, la mancha roja de Júpiter, las epidemias, el ritmo del corazón y las ondas cerebrales, la esquizofrenia, la economía, sucesos históricos, revoluciones y crisis sociales, pestes, hambrunas, el crecimiento de polímeros, el transporte urbano, circuitos neuronales, los sismos, extracción de petróleo, reacciones múltiples, y otros sistemas complejos.

Las evidencias resultantes de estas investigaciones revelan cómo los sistemas caóticos son extremadamente sensibles a la variación de las condiciones iniciales, de tal manera que pequeñas alteraciones pueden causar efectos tremendos al ocurrir el proceso, lo que conduce al llamado efecto mariposa, según el cual, un suave remolino de aire en un sitio puede generar un huracán en otro lugar.

También, durante el desarrollo de las interacciones de los procesos caóticos ocurren puntos de bifurcación donde aparecen nuevas rutas evolutivas, emergiendo la posibilidad de múltiples historias o caminos paralelos que engendran nuevas formas ordenadas distintas al patrón original, indicando cómo los sistemas caóticos esconden un orden diferente que se muestra durante su evolución.

Para detectar el orden escondido dentro del caos, los físicos inventaron una nueva geometría, la fractal, desarrollada por Benoit Mandelbrot, en la década del setenta. Al penetrar en el interior del caos, Mandelbrot encontró que existía un patrón dimensional, una pauta geométrica, que se reproduce exactamente a través de las escalas del proceso. De tal manera, que el caos podía describirse por una estructura geométrica, un fractal, el cual podía generarse mediante un algoritmo iterativo, que repetía el patrón original en forma sucesiva, hasta abarcar todo el contorno dimensional del sistema. Su concepción estaba basada en el principio de la autosemejanza, según la cual, cada porción del fractal reproduce exactamente una porción más grande del mismo. Como analogía de un fractal, podemos

imaginar a un árbol cualquiera y sus trozos, o la estructura interna de un cristal y sus fragmentos, o a la red de vasos sanguíneos y los capilares del cuerpo humano. Así, la geometría de una ramita de un pino es parecida a una rama más grande, y ésta se parece a otra de mayor tamaño, y así, sucesivamente, a través de las escalas, cualquier trozo luce análogo al árbol de pino completo. Los fractales son invariantes respecto a la escala, presentando la misma configuración a medida que se aumentan o se reducen sus proporciones. Cada parte es una revelación del todo y viceversa. Es decir, su estructuración geométrica es independiente del tamaño, como el caso del árbol de pino mencionado, o un brócoli y sus trozos, o la imagen de una pirámide pequeña contenida dentro de una más grande, y ésta, contenida dentro de otra más grande, y ésta, dentro de otra más grande, y así, progresivamente hasta el infinito.

Otra propiedad de los fractales es su dimensionalidad, la cual no está definida por 1, 2 ó 3 dimensiones como la euclidiana, sino que es intermedia entre estas posibilidades. En otras palabras, las dimensiones fractales no son enteras sino fraccionarias. Por ejemplo, la línea costera del mar, descrita fractalmente por la curva de Koch, tiene una dimensión de aproximadamente 1,26, una descripción imposible e inconcebible desde el punto de vista euclidiano. Tal dimensionalidad pondera el grado de irregularidad del objeto.

Los fractales caracterizan las quebraduras, rupturas, lo resbaladizo, vértigos, marañas, fisuras, irregularidades, los ruidos, las interconexiones, lo transitorio, las interrupciones, lo imprevisto y lo inconcluso de los procesos caóticos. En definitiva, los fractales revelan el orden escondido detrás del caos, muestran la dinámica de la entropía y antientropía, describen las figuraciones de los atractores extraños e insinúan la inquietante geometría de lo imprevisible, irregular, discontinuo, fragmentario y escabroso.

Las imágenes fractales resultan de la manipulación de ecuaciones no lineales, las cuales al someterse a secuencias iterativas, partiendo de una cierta condición inicial, originan un conjunto de puntos cuyo trazado define la forma del fractal. La visualización del fractal requiere un número considerable de iteraciones, necesiándose un computador para lograr una representación aceptable. Adicionalmente, con el auxilio de técnicas

matemáticas, las imágenes pueden trasladarse, rotarse, escalarse o visualizarse bajo diferentes enfoques.

En términos matemáticos, el comportamiento de un proceso caótico describe una curva infinitamente larga, la cual se pliega sobre sí misma, ocupando un área finita, sin cruzarse, ni repetir su trayectoria. El área finita donde se ubica el conjunto de puntos del fractal constituye la llamada cuenca de atracción. La figura resultante es una imagen sugestiva llamada atractor extraño, la cual ejerce cierta inquietud y fascinación. El atractor extraño representa en su esencia, una versión del arte cibernético, lograda con técnicas matemáticas y el computador. Un atractor ampliamente conocido es la mariposa de Lorenz, el cual, como su nombre lo indica parece una mariposa con las alas abiertas, desplegadas y extendidas sobre una curva infinita que se pliega sobre sí misma.

Hermosas representaciones pictóricas surgidas del mundo fractal son el conjunto de Mandelbrot, el conjunto de Julia, la curva de Koch, el polvo de Cantor y otras. Según David Ruelle, un físico del caos: “Esos conjuntos de curvas y esas nubes de puntos hacen pensar, ya en fuegos de artificio o galaxias, ya en proliferaciones vegetales extraños e inquietantes. Se esconden en ellos formas que deben explorarse y armonías que esperan ser descubiertas”.

Detrás del caos y el orden existe una dinámica oculta de procesos creadores y destructores de entropía que desafían o sugieren una extensión de las leyes termodinámicas. Son transiciones que conducen a la simetría y antisimetría de la entropía, a la supereficiencia termodinámica, y a la inversión de la flecha del tiempo. Los procesos creadores de entropía actúan como una fuerza homogeneizante y los destructores como una fuerza heterogeneizante, cuyo antagonismo explica la vida y su multiplicidad, y lo efímero y eterno de este mundo impermanente y probabilístico. La creación y destrucción simultánea de entropía plantea la posibilidad de un cosmos en permanente compensación entrópica que no tiende necesariamente a la muerte térmica. Metafísicamente vislumbra la vida y la muerte, el caos y el anticaos, milagros, transformaciones alquímicas, transustanciación, resurrección, espíritus, dioses, demonios y la eternidad.

Sorpresivamente, la visión del caos fue presentada en el ámbito de la literatura por Borges, quien se adelantó a los físicos al concebir la esencia del caos en los cuentos *El jardín de senderos que se bifurcan* y *Tlön, Uqbar, Orbis Tertius*, publicados en 1941. En *El jardín de los senderos que se bifurcan*, trata del caos y de la bifurcación de la realidad en innumerables porvenires o historias, que a la vez se dividen y proliferan hacia otras historias y dimensiones. Esta es una conjetura de Borges que concuerda con las observaciones realizadas por los físicos sobre la dinámica de los fenómenos caóticos. En particular, describe el caos, anticaos y las bifurcaciones en un nivel metafórico, similar al lenguaje de los científicos que han observado estos acontecimientos en los procesos de la naturaleza como la ramificación temporal y espacial de los eventos irreversibles:

Casi en el acto comprendí; *El jardín de senderos que se bifurcan* era la novela caótica; la frase varios porvenires (no a todos) me sugirió la imagen de la bifurcación en el tiempo, no en el espacio... Crea, así, diversos porvenires, diversos tiempos, que también proliferan y se bifurcan... En la obra de Ts' ui Pên, todos los desenlaces ocurren. Cada uno es el punto de partida de otras bifurcaciones. Alguna vez, los senderos de ese laberinto convergen... *El jardín de senderos que se bifurcan* es una enorme adivinanza, o parábola, cuyo tema es el tiempo... Creía en infinitas series de tiempos divergentes, convergentes y paralelos. Esa trama de tiempos que se aproximan, se bifurcan, se cortan o que secularmente se ignoran, abarca todas las posibilidades... El tiempo se bifurca perpetuamente hacia innumerables futuros...

Hablando sobre el caos, el premio Nobel de literatura Seamus Heaney preguntó a Borges en 1995: En *Tlön, Uqbar, Orbis Tertius*, usted dijo que la eterna repetición del caos hace surgir o revela un patrón o un orden metafísico ¿qué tenía usted en mente?”, Borges respondió: “Creo que puede haber algo de verdad en la vieja idea de que, detrás del aparente desorden del universo y de las palabras que usamos para hablar de nuestro universo, podrá surgir un orden

oculto... un orden de repetición o coincidencia”. Esta respuesta coincide esencialmente con las indagaciones observadas al explorar el caos, y encontrar que detrás del aparente desorden, existe un orden oculto.

Asimismo, Joyce en la novela *Ulises*, aunque no de manera directa como Borges, anticipa, hacia 1922, ciertas relaciones que parecen coincidir con la filosofía del caos. Esto se advierte en lo fragmentario, lo discontinuo, lo escabroso, lo fragoso y lo imprevisible del hilo narrativo de *Ulises*. Allí, las imágenes disímiles, transversales, espiraladas y repentinas nutren la dinámica de los múltiples personajes y contextos que viven en la impredecible realidad de la entropía y antientropía. Es una novela multidimensional, ramificada, sin límites, como la geometría de un atractor extraño, que se mueve sin repetir jamás su trayectoria ni regresar a su condición inicial. Describe vidas que pasan frente a nosotros como pedazos de historias, o fractales cortados, cuyos trozos son como una revelación del todo que surge de las paradojas del orden y el desorden.

Otra connotación del caos puede apreciarse en la obra *Cien años de soledad* de Gabriel García Márquez, donde es posible imaginar que la destrucción de Macondo por un huracán devastador, fue una consecuencia del impredecible efecto mariposa, generado por los ingenieros de la compañía bananera que alteraron el clima, los ciclos de las cosechas, desviaron los ríos y modificaron la ecología de la ciénaga y los alrededores de Macondo. En las expresiones de José Arcadio Segundo, García Márquez anticipa algo de esta suposición, al comentar que los ingenieros con sus prácticas depredadoras del ambiente habían provocado el diluvio y el pavoroso huracán que destruyó a Macondo acabando con la familia de los Buendía. Los científicos consideran que muchas catástrofes ambientales que se producen en la realidad en los sistemas complejos y caóticos son consecuencia del efecto mariposa, según el cual, el aleteo de una mariposa en el Amazonas puede causar una tormenta en Japón. Alegóricamente, esto coincide con lo ocurrido en el mítico Macondo.

En el contexto de la poesía, un poemario parecido estructuralmente a un fractal o a un antifractal de palabras fue escrito recientemente por Luis Alberto Angulo, mereciendo el premio de la bienal de poesía Lazo Martí 2003. El poemario cuyo nombre es *Frac-*

tal, revela un caos y un orden escondido con imágenes imprevistas, irregulares y abruptas. Los poemas se conectan como un atractor extraño, como una curva infinita, a través de un flujo de múltiples historias, ramificaciones, y figuraciones inquietantes y originales que combinan los sentimientos e ideas del poeta. Una secuencia de fragmentos de experiencias, de símbolos sin fin ni contorno, se extiende desde el principio al final, se bifurca desde las aristas hacia el centro, yendo y viniendo, sin repetirse, atados por una cuenca de atracción que confiere unidad y coherencia al azar y al orden. Desde la periferia se desvanece lo fractal, la historia se dispersa, y la realidad se diluye en la memoria, la vida y la muerte.

/el aura en donde/ el zumo de la vida bebe de si mismo
/ es el primer círculo humano / centra allí el contacto
con el mundo / que poco a poco se extiende... / hasta
regresar al módulo inicial / el ciclo de la lluvia y el ve-
rano /.../ miras hacia atrás o hacia delante solo desde
aquí / el pasado o el futuro puedes ver el presente /.../
la vacua prodigalidad del espacio/ comprendió que no
hubo recorrido alguno / porque siempre estuvo allí /
sin otro tiempo ni otro lugar /al que nuevamente le traía
de vuelta / al mismo paraje que dejó cuando partió /
no obstante algo había cambiado sin cambiar en nada /
surgía el mismo fulgor pero ahora en todas partes /.../
detrás de ti no existe nada distinto de lo que hay enfrente
/ una línea quizás / un instante apenas / ...la mirada de
adentro hacia fuera / y la de afuera hacia adentro se ha
extinguido /.../ repitiendo infinitamente/ el absoluto sin
sentido /.../ el canto es el mismo / canto del principio /
pero yo soy otro / sin quererlo/ ..luego de los fractales
la selección de las formas... después del comienzo total
a 360 grados de ti /.

Explorando nuevos caminos literarios, encontramos otros poetas construyendo poesía fractal con instrumentos cibernéticos y algoritmos matemáticos, capaces de generar secuencias de palabras similares a las imágenes fractales. Uno de esos poetas es Eduardo

Kac, quien combina la holografía, los fractales y los computadores generando una poesía cibernética irrepetible, fugaz, discontinua e impredecible.

En relación con las artes plásticas, Escher ha creado representaciones pictóricas, “Cielo e infierno”, “Más y más pequeño”, “Tres mundos” y “Serpientes”, entre otras, que se acercan a la geometría fractal. Históricamente, Escher realizó estas pinturas un poco antes que Mandelbrot publicara los fundamentos matemáticos de esta geometría. “Más y más pequeño”, es un ejemplo donde se ve claramente la autosemejanza o el perfil del caos. Bajo una mirada global, la pintura tiene una apariencia caótica, pero cuando se analiza detenidamente empieza a revelarse un patrón ordenado, encubierto detrás del aparente desorden. Allí, una figura parecida a un reptil es reducida progresivamente, hasta lo más pequeño posible, y cada reptil, a diferentes escalas de tamaño, es semejante al patrón original de mayor escala, como ocurre en la realidad de los sistemas caóticos.

A propósito del arte, James Gleick se pregunta en su libro *Caos, la creación de una ciencia*: “¿Por qué se declara bello un árbol deshojado y enarcado por la tempestad contra el cielo invernal, y no la silueta correspondiente de un edificio universitario polivalente, a pesar de los esfuerzos ímprobos del arquitecto?” En relación con este asunto, Gleick considera que la percepción de la belleza en los objetos naturales, árboles, nubes, olas, playas, montañas, cristales o helechos se debe a la armoniosa disposición del orden y desorden, a la carencia de una escala típica, a la distribución fractal, es decir a la existencia de elementos de todas las escalas, a la presencia del caos y anticaos. En cierto modo, la geometría euclidiana representa un mundo ideal de arquetipos y de formas, líneas, triángulos, cuadrados, rectángulos, polígonos, círculos, pirámides, cubos, esferas,... que no se presentan como tales en la naturaleza, salvo excepciones. Las cadenas de montañas, las gotas de agua, los rayos, las hojas, los ríos, el fuego, las nubes, las olas, las estrellas, el mar, los tejidos biológicos, las grietas subterráneas, ...no tienen un aspecto geométrico definido y preciso, sino más bien son formas aproximadas, fragmentadas, cortadas, discontinuas, quebradas, picadas, cuya verdadera belleza es inasible bajo la perspectiva euclidiana. Sin embargo, la

aproximación fractal, se acerca más a las verdaderas proporciones de la naturaleza y por lo tanto a su verdadera hermosura. Bajo esta perspectiva, se puede confrontar la visión clásica, euclidiana, de Cezanne y la interpretación antieuclidiana sugerida por Mandelbrot, creador de la geometría fractal. Así, mientras Cezanne, pintor impresionista, argumenta que “Todo en la naturaleza puede ser visto en términos de conos, cilindros y esferas”, Mandelbrot, en contraste opina que “Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las líneas costeras no son círculos, el pasto no es liso, ni la luz viaja en línea recta”.

VII. ASTRONOMÍA

EXPANSIÓN DEL UNIVERSO. ESTRELLAS. GALAXIAS. CONSTELACIONES. NEBULOSAS. ARTE

Cuando miro la luz de las estrellas más lejanas imagino cómo los rayos que llegan a mis ojos iniciaron su viaje en tiempos infinitos cuando nacieron en algún confín del cosmos. Desde allá comenzaron su viaje en la extraña turbulencia de la vida, doblándose y arqueándose ante los vórtices de los agujeros negros y los salientes blancos de las rutas cósmicas, plegándose a la forma curva del universo inmenso. Inexplicablemente después de eternidades su luz llega hasta mí...

(Relatos cuánticos)

Desde tiempos inmemoriales, el hombre, en su incesante búsqueda por abarcar la totalidad de la naturaleza, ha dirigido su mirada al inmenso cosmos, tratando de comprender su imponderable enigma y belleza.

Las antiguas culturas observaron el espacio sideral con veneración, y buscando correspondencias entre el cielo y la Tierra crearon la astrología, la cual asocia al hombre con el universo y al microcosmos con el macrocosmos.

Con el advenimiento de la relatividad, la mecánica cuántica, las teorías del caos y avances tecnológicos, los astrónomos modernos lograron disponer de teorías y poderosas herramientas de observación y computación para estudiar el universo, prediciendo su geometría, tamaño, densidad, estructura, forma, dinámica de evolución y expansión. El descubrimiento de la expansión del cosmos por Hubble en 1929, posiblemente el mayor acontecimiento de la

cosmología moderna, abrió la perspectiva de los astrónomos a nuevas y diferentes versiones sobre la mecánica celeste.

Según Hubble, el cosmos se expande continuamente como una estructura plástica, en contra de la atracción gravitatoria, oponiéndose a ondulaciones energéticas que parecen poblar las regiones limítrofes del cosmos. Recibiendo la luz de las estrellas más remotas, localizadas en los confines del universo, los telescopios modernos han detectado los límites de la expansión cósmica y han observado fisuras y grietas generadas por las tremendas tensiones del proceso de expansión, las cuales se van rellenando y tapando con una extraña energía que parece existir más allá de los límites de todas las galaxias.

Sobre el origen del universo, una de las predicciones actuales, la teoría de la gran explosión, sugiere que habitamos un universo curvo en continua expansión, el cual se creó a partir de un átomo primigenio, que explotó hace miles de millones de años, y que eventualmente decaerá como consecuencia de un inevitable aumento de entropía. Los gases calientes de la gran explosión se han ido enfriando, al condensar formaron estrellas, planetas, cometas, asteroides, meteoritos, polvo, gases, constelaciones, nebulosas y galaxias. Otra versión, indica la posibilidad de un universo pulsante que se expande y contrae cada cierto tiempo. Alternativamente, se ha propuesto también la idea de un universo eterno donde la materia se crea continuamente, o la entropía se produce y destruye simultáneamente.

El hombre, ha podido captar los rastros de la gran explosión y los bordes del universo en expansión, quedando estupefacto ante la inmensidad del vacío cuántico, lleno de energía e información. Adicionalmente, en algunas galaxias se han detectado estrellas naciendo o muriendo, novas, supernovas, cuasares, pulsares y evidencias de agujeros negros, donde la fuerza gravitatoria es tan intensa, que ni siquiera la luz puede escapar. Así mismo, analizando la luz que llega de las estrellas, se ha determinado su composición química, deduciendo que sus núcleos constituyen verdaderos reactores nucleares, en cuyo interior el hidrógeno se transforma en helio, liberando inmensas cantidades de energía en forma de calor, luz y radiaciones. Como consecuencia de las reacciones nucleares, las

estrellas poseen luz propia y emiten colores, siendo azules, rojas o amarillas, según la intensidad de las reacciones internas y la edad. Dentro de los límites del universo visible, observamos también constelaciones, nebulosas y galaxias.

Las galaxias constituidas por grandes grupos de cientos o miles de millones de estrellas, polvo, gases y sistemas planetarios internos, constituyen en sí mismas universos-islas, de asombrosa complejidad y dimensiones, presentando formas lenticulares, elípticas, espirales o irregulares. Entre ellas, podemos citar la Vía Láctea, Andrómeda, las Nubes de Magallanes, el Sombrero, el Fogón, el Triángulo, Maffei I, Maffei II, M 33, M 51, M 101, NGC 4321, NGC 4486, NGC 3525, NGC 4594, NGC 6822 y muchas más. La Vía Láctea, nuestra galaxia, cuenta con unos cien mil millones de estrellas distribuidas en una espiral de unos cien mil años luz de diámetro, girando alrededor de un centro cercano a la constelación de Sagitario. A simple vista, parece una estela luminosa extendida como una franja en el cielo, conteniendo en uno de sus flancos nuestro sistema solar. Cercana a la Vía Láctea se encuentra Andrómeda, rotando como una espiral, en cuyos brazos brillan, en forma pulsante, las estrellas Cefeidas.

Las constelaciones están compuestas por pequeños grupos de estrellas, cercanas entre sí, las cuales adoptan formas de animales y seres mitológicos, como las del zodiaco, ubicadas en la zona de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Estas constelaciones reciben el nombre de los signos zodiacales: Aries, Piscis, Acuario, Capricornio, Sagitario, Escorpio, Libra, Virgo, Leo, Cáncer, Géminis y Tauro. Además, en el hemisferio norte son visibles las constelaciones de la Osa Mayor, la Osa Menor, El Dragón, Hércules, Perseo, Lira, Casiopea y, en el hemisferio sur, Centauro, Can Mayor, Tucán, Hidra, Fénix, la Cruz del Sur, y otras. Para mencionar algunas estrellas podemos citar a Sirio, la más brillante, localizada en la constelación del Can Mayor, Alfa del Centauro, la más próxima al Sol está en la constelación del Centauro, Antares en la constelación de Escorpio, Arturo en la constelación del Boyero, Betelgeuse en la constelación de Orión, Algol en la constelación de Perseo, Altaír en la constelación Águila, Aldebarán en la constelación del Tauro, Capella en la constelación del Cochero, la estrella Polar, la guía de los navegantes, forma parte de

la Osa Menor, las Pléyades, conocidas como las siete cabrillas o las hijas de Atlas y Pleione, según la mitología griega, pertenecen a la constelación de Tauro, Epsilon en la constelación del Cochero es una gigantesca estrella con un diámetro 2000 veces mayor que el sol.

En cuanto a las nebulosas, contienen grandes masas de polvo y gases dispersos que simulan nubes de formas particulares, como la nebulosa Cabeza de caballo, Lira, Orión, Cangrejo, Trífida, Cisne, Sagitario y otras. La nebulosa de Orión, es una nube de polvo, difusa, próxima a la constelación de Orión y a la nebulosa Cabeza de caballo. La nebulosa del Cangrejo, en la constelación de Tauro, parece ser los restos de una supernova que explotó hace unos mil años. Allí se ha observado un pulsar, una estrella de neutrones, producto de una antigua explosión estelar. En general, las nebulosas parecen ser vientres estelares, cuyos gases y polvo engendran estrellas bajo la acción de fuerzas y mecanismos insólitos, incomprensibles a las visiones de la mecánica celeste. En las nebulosas Trífida, Cisne y Sagitario se han detectado evidencias del posible nacimiento de un conjunto de estrellas irradiando un hermoso color azul.

En ese vasto universo y geometría que contrasta con nuestra pequeñez humana, las distancias siderales estremecen la imaginación. Viajando a la velocidad de la luz, a 300.000 kilómetros por segundo, tardaríamos 520 años para conseguir a Antares, 900 años para arribar a Orión, 150.000 años para alcanzar “Las nubes de Magallanes”, 600 millones de años para llegar a La Osa Mayor, 4000 millones de años para encontrar los confines más lejanos observados por los equipos astronómicos modernos, y unos 30.000 millones de años para abordar los límites del universo.

En definitiva, el universo es inmenso, cambiante e impermanente, en algunos sitios mueren estrellas y en otros nacen. Tal vez existan regiones donde la energía, masa y entropía, se producen y destruyen simultáneamente, para mantener la armonía y supervivencia eterna, o lugares donde una estela energética diluida e informe sea capaz de crear vida, orden y complejidad.

Así, como los científicos, los escritores, pintores, poetas y filósofos han tratado de interpretar el universo, sintiendo admiración y perplejidad ante su misterio y perfección.

Con palabras poéticas, Galileo en el siglo XVI relata en sus cartas un asombroso sueño presintiendo los límites del cosmos:

Soñé que mi telescopio se adentraba en la noche del universo. Dejaba atrás las espadas de Orión y las miríadas de pequeñas estrellas cuyas luces iban apagándose ya en los torbellinos del espacio. Llegaba por fin a una región de oscuridad absoluta: la noche en cuyo vientre se oscurecían las noches de todas las edades. De pronto en una orilla de aquel cielo perdido, el telescopio divisó una estrella enorme y solitaria. Avanzo hacia ella. El espacio se tiñó de blanco. La luz era más intensa que la luz de mil soles. Duró poco. Muy rápidamente, la luz se desgarró y por la grieta fluyeron anillos, planetas, ríos de lava celeste. Sentí que había asistido al nacimiento del mundo, que había visto la mano del creador en el instante original. Luego vi que la mano se retiraba e iba cerrando amorosamente las grietas de la luz.

Edgar Allan Poe, fascinado, en 1848, describe en *Eureka* la creación y futura aniquilación del cosmos, asumiendo una hipótesis que coincide con la teoría de la gran explosión y la idea de un universo en expansión y contracción. Imagina la existencia de fuerzas atractivas y repulsivas actuando en un cosmos esférico, finito e ilimitado, realiza cálculos planetarios razonablemente correctos, anticipándose a las predicciones actuales. Considera la posibilidad de existencia de regiones similares a los llamados agujeros negros e identifica el universo con Dios. Veamos un párrafo de *Eureka*:

Ha habido un gran malentendido con respecto a la forma de la Galaxia, que casi todos nuestros tratados de astronomía encuentran semejante a una <Y> mayúscula. El grupo en cuestión tiene en realidad cierta semejanza general, muy general con el planeta Saturno encerrado en su triple anillo. En lugar del globo sólido de este planeta, sin embargo, debemos representarnos una isla o colección de estrellas lenticular; y nuestro Sol se halla en

posición excéntrica, cerca de la orilla de la isla, en el lado más próximo a la constelación de la Cruz y más lejano de la de Casiopea. El anillo que la rodea, allí donde se acerca a nuestra posición, tiene una incisión longitudinal que en realidad hace que el anillo presente en nuestra cercanía la vaga apariencia de una <Y> mayúscula.

En otro contexto, Joyce extrapola en *Ulises* conocimientos de astronomía, creando imágenes literarias sobre constelaciones, nebulosas, soles, estrellas, planetas, distancias, años luz, volúmenes, leyes galácticas:

Una estrella, una estrella diurna, un meteoro surgió en su nacimiento. Brillaba de día en los cielos, solo, más claro que Venus de noche, y de noche brillaba sobre la Delta de Casiopea, la constelación recumbente que es la firma inicial entre las estrellas. Sus ojos la observaron, bajo el horizonte, al este de la Osa, al caminar por los soñolientos campos ... iba señalándoles las estrellas y los cometas del cielo: la Osa Mayor y Hércules y el Dragón ... sobre Sirio (Alfa del Can Mayor) a 10 años luz (57.000.000.000.000 millas) de distancia y en volumen 900 veces el tamaño de nuestro planeta: sobre Arturo: sobre la precesión de los equinoccios: sobre Orión con su cinturón y sol séxtuple Theta ... la sistematización intentada por Bode y Kepler de los cubos de las distancias y los cuadrados de los tiempos de revolución.

Del mismo modo, combinando poesía y astronomía, Amanda Berenguer, en el Encuentro Chile Poesía 2001, exalta el cielo austral en el poema “Las nubes magallánicas”:

Las nubes de Magallanes encienden en los alrededores de nuestro polo celeste austral dos jirones /... La gran nube se extiende en la constelación de la Dorada / la pequeña nube en la constelación del Tucán... / ... La gran espiral Messier 31 de Andrómeda/ expuesta hasta los ovarios

destellante / ... A la orilla de un océano de frías olas de hidrógeno / Cayendo sobre sus flancos de Virgo devota Persea / nebulosa o foca marina... /... Aguardaba el tránsito suntuoso de la nave Argos / a toda luz en la altura desplegada / cerca del sur celeste / hundida la quilla en la negra onda hasta Canope /.

También, Aladym, visualizando a Orión, al ritmo del sonido y el aire que cruza el universo desde siempre, escribe: “En el centro de Orión / levita aire / una música inca / sirve de interludio / en el interior / para despertar mis chacras.” En otro escenario, cercano a las estrellas y a la iluminación del amor dedica un poema a “Malu”: “La inspiración es un viaje que se marca como un camino hacia las estrellas /En tu mirar ese fuego magnético en ascendente encuentro.”

Roldán Montoya, presiente los colores y las vibraciones cósmicas de las esferas celestes en “Luna Toli”. Hacia el violeta de las regiones celestes / arrebatado ligeramente por el fuego / y la atmósfera burbuja / Las trepidaciones no tenían señal ni luz / esferas de otras sustancias móviles / y vibrátiles. En “Al Re” parece intuir viajes intergalácticos ...Las estaciones siderales han comenzado a transmitir en diferentes secuencias y tonos esta es la estación solar alfa nítida en el gris suspendido de un mundo solitario claves de luces hacia el rostro oval de la galaxia comando claves exploradoras en éter informe atravesando el rojo local de la bella sin nombre viajamos en pos de alguna sustancia desconocida un cuerpo girando sobre su propio eje se ha invertido hasta desaparecer luminoso y profundo.

Un poema de Carlos Ochoa, incorporado en *A flor de agua*, refleja a Andrómeda en el iris de los ojos: “Andrómeda / cayó de tus ojos / cuando acariciabas la estrella / sumergida / en la pequeña frontera / de tu iris.”

Similarmente, Uasim El Troudi, imagina el tránsito celeste de la Osa Mayor en “El árbol de la fruta madura”: “...Sabe hacerse fecundar ante la espina / Merece la caída de la osa mayor / por su forma incesante de vértigo / Va desde abajo / del inicio de la ceniza / hasta la conclusión del fuego.”

Del mismo modo, Walt Whitman, contemplando el universo recita en *Hojas de Hierba*:

Abro de noche la ventana y miro las dispersas estrellas,
/ Y las que veo lindan con el principio de otras estrellas.
/ Se extienden más y más, se extienden sin fin. / Hacia
fuera, hacia fuera y siempre hacia fuera. / Mi sol tiene
su sol y dócilmente gira en torno suyo, / Forma con sus
compañeros un grupo de círculos más amplios, / Y lo si-
guen otros mayores al lado de los cuales los más amplios
son puntos. / Nada se detiene, nada se detendrá, /...Por
más lejos que mires, siempre habrá más allá el espacio
sin límites, / Por más que cuentes, siempre habrá antes y
después el tiempo sin límites / .

Alternativamente, con un contenido sociopolítico, Valera Mora comienza hablando de galaxias y constelaciones en el poema “Nombres propios”:

Pulga descomunal saltamontes saltaplanetas / con los
pies sobre la tierra adjetivada de amargura / sueño re-
cuerdo y sueño las constelaciones del Zodíaco / la niñez
coronada en la galaxia espiral de Andrómeda / haciendo
sonar los trapecios de Orión / salto y grito como loco
para que nadie duerma / en el conglomerado estelar de
las constelaciones de Hércules / boca abajo me tumbo y
abro los ojos y veo / a los habitantes de un país por si-
glos escarnecido / ...la vida desde un ángulo es un millón
de soles de oprobio / .

Tennyson y Palomares perciben a las Pléyades en la suave sombra o en el cielo de extraños cometas. Tennyson escribe: “Du-
rante muchas noches he visto a las Pléyades, saliendo por la sua-
ve sombra, brillar como un enjambre de luciérnagas en una trenza
de plata”. Un párrafo del poema “Errantes” de Palomares expresa:
“Amables fantasmas despejaron una y otra vez / los cielos de extra-
ños cometas / apenas visibles bajo las Pléyades / y a la hora en que
ellas despiertan”.

En “Helios”, Rubén Darío oye los ruidos de los caballos de
oro cruzando el cielo, “...Y en el azul sereno / Con sus cascos de

fuego dejan huellas de rosa / Adelante. ¡oh cochero / Celeste!, sobre Osa / y Pelión, sobre Titania viva. / Atrás se queda el trémulo matutino lucero, / Y el universo el verso de su música activa...”

Con su estilo particular, Rafael José Muñoz inserta estrellas, planetas, galaxias e innumerables asteroides en el universo poético del “Círculo de los 3 Soles”:

Así obtendremos la Temperatura de Primer Orden / en el Abedo de Mercurio/: o como envejecido ladrillo del Cuadrilátero. / En la Alcoba mediana de Eros / marcada con el Asteroide 1 A ...Día de una noche juliana en Altir, / en el esferoide toorico, / en el jardín de las epaminondas / y de las 600.000 novas en espiral... 206.265 veces la longitud / de la Unidad Astronómica. / O sea, la distancia de la tierra al sol ...Limbos espumeantes, tralinas lejanas, / parajes donde la Osa Mayor murmura, /...Estoy en la más alta dimensión, / en los corredores donde Omega / me deja ver los castillos de Neptuno. /...desde mi alma, el Planetario de Kepler. / Las OS OS del sol... Son las estaciones, son los reflejos rojizos / del Alfa del Centauro / son los platos de Omega, / son los anillos cálidos de Orión / que me hacen señales desde lejos / para que yo descienda de mi trono celestial. / ...Entre sombreros rojos, brillantes; / y la cola de Andrómeda bajo sudores de platino, /...y lejos, de Orión hacia Andrómeda, / en su vivienda de nueve celdas / ...Y tu y yo, y ellos también, sentados en el portón / viendo las siete cabrillas, descifrando el horizonte,/ contemplando el futuro de atrás vuelto hacia mañana...

Un canto a la dinámica del universo, evolucionando desde un átomo primigenio hasta el Apocalipsis, surge en la motivación poética de “Canto Cósmico”, un extraordinario poema de Ernesto Cardenal, que combina cosmología, teorías relativistas, mecánica cuántica, astrofísica, filosofía, amor, religión, política y fervor revolucionario. El extenso poema revela la génesis de la vida brotando del polvo de las estrellas, trascendiendo la materia, la energía y el

espíritu, a través de las nubes de hidrógeno y de innumerables transiciones estelares que iluminan los vestigios del singular instante de la creación original.

En un principio no había nada / ni espacio / ni tiempo / el universo entero concentrado/en el espacio del núcleo de un átomo, / y antes aún menos, mucho menos que un protón, / y aún menos todavía, un infinitamente denso punto matemático. / Y fue el Bing Bang. / La gran explosión. / El universo sometido a relaciones de incertidumbre, / su radio de curvatura indeterminado, / su geometría imprecisa / con el principio de incertidumbre de la mecánica cuántica, / geometría esférica en su conjunto pero no en su detalle, ...nuevas estrellas naciendo de la tenue nube de hidrógeno. / Soles con su tierra...Otean los telescopios el remoto universo y gigantes cascos tratan de escucharlo. /...Ese retroceso de las galaxias/ más y más hacia el rojo en el espectro, / mayor y mayor longitud de onda / (tren que se aleja) / sugiere una explosión primordial, / indica / una unión primordial y una / explosión común. /...Aún ha quedado un vago rumor de esa explosión, /...Y del matrimonio de protones con neutrones / se produjo la vida. / ¿Qué hay en una estrella? Nosotros mismos. / Todos los elementos de nuestro cuerpo y del planeta / estuvieron en las entrañas de una estrella. / Somos polvo de estrellas. / Hace 15.000.000.000 de años éramos una masa flotando en el espacio, girando lentamente, danzando. / Y el gas se condensó más y más / cada vez con más y más masa /y la masa se hizo estrella y empezó a brillar. / Condensándose se hacían calientes y luminosas. / La gravitación producía energía térmica: luz y calor. / Como decir amor. / Nacían, crecían, y morían las estrellas...

Con una perspectiva análoga a la literatura, las creaciones plásticas sobre el cosmos alcanzan el espacio insondable, la Luna, el Sol, las estrellas, constelaciones, galaxias, y los innumerables cuer-

pos celestes que vagan en los confines del universo. Muchos artistas han elevado su imaginación hasta los cielos pintando su hermosura y misterio. Aquí, solamente analizaré algunos trabajos de Van Gogh, Joan Miró, Rufino Tamayo, Arnulfo Poyer y Alexander Calder.

Van Gogh realizó varias composiciones con el sol, la luna y las estrellas: “La noche estrellada”, “Árboles de oliva con cielo amarillo y sol”, “Carretera con cipreses y estrella”, “ Paisaje al anochecer con la luna saliendo”, “Noche estrellada sobre el Rhone”, entre otras. “La noche estrellada” detalla un impresionante cielo nocturno, con 11 estrellas y la Luna que parecen soles fulgurantes en un espacio ondulado y dinámico. Las estrellas irradian su luz en el espacio azul, moviéndose, girando en medio de la noche, como una constelación mitológica. Mientras en el cielo las estrellas danzan en un torbellino de ondas, el pueblo, tranquilo, parece dormir, sin enterarse del frenesí del cosmos. Entre otras interpretaciones, el cielo estrellado parece también, una anticipación de la naturaleza cuántica de la luz y del mundo subatómico modelado por los físicos del siglo XX. Cada estrella resplandece como un núcleo atómico, girando e irradiando luz y energía en un medio ondulado y vibratorio. El halo luminoso de las estrellas semeja una nube electrónica revolucionando alrededor de un núcleo central, similar a la imagen actual del átomo. Al mismo tiempo, el conjunto luce parecido a una multitud de partículas inmersas en un torbellino. Cuerpos esféricos de colores incandescentes, amarillos, blancos y combinaciones claras, sumergidas en un remolino azul y oscuro. La pintura es como una simulación de la dualidad onda- partícula postulada por la mecánica cuántica o la teoría ondulatoria y corpuscular de la luz. Algunos trazos se ven como las trayectorias espiraladas de las partículas subatómicas viajando a través de una cámara de burbujas. Da la impresión de que Van Gogh, en un impulso creativo, hubiera visualizado las imágenes actuales de los átomos y creara un cielo estrellado análogo al micromundo cuántico. Cuando se acerca la mirada a cada estrella se ve como las pinceladas crean partículas y antipartículas que se desvanecen al contacto de los colores. En medio de las estrellas se perciben trazos en forma de ondas y espirales que propagan luz y energía a través del espacio. En cierta forma, Van Gogh creó un cosmos semejante a las entrañas del átomo, un cosmos similar al

microcosmos, un universo parecido a las revelaciones de la alquimia o a las concepciones de los científicos contemporáneos.

Respecto a Miró, llamado por algunos, “El pintor de las estrellas”, elaboró varias representaciones de astros, como la serie “Constelaciones”, “Mujeres, pájaros y estrellas”, “El disco rojo”, y el mural “El Sol y la Luna”. “La estrella de la mañana”, uno de los formatos de la serie “Constelaciones”, muestra a las estrellas estilizadas, como arabescos, flotando como papagayos, moviéndose alegremente en el espacio, al ritmo del viento o el éter. “El disco rojo”, por otra parte, parece una estrella, naciendo o muriendo, en los límites del cosmos. El mural “El Sol y la Luna”, realizado en el edificio de la Unesco, en París, esboza un sol grande y rojo, y una luna pequeña y azul.

Asimismo, Rufino Tamayo concibe “La gran galaxia”, donde un ser extraño, galáctico, pensativo, observa en el espacio azul una estructura estelar, un andamio geométrico de estrellas, una constelación o una lejana galaxia fosforescente. Otras obras de Tamayo, como “Luna y Sol”, “Las músicas dormidas” y “Figura en rojo”, conectan lo terrenal con el universo.

La portada del libro póstumo “Argonáutica” de Gelindo Casasola, es una pintura de Arnulfo Poyer, que parece una transición hacia la inmortalidad o la eternidad. Sugiere un ser etéreo elevándose y transfigurándose a través de las regiones siderales, en medio de espirales, dimensiones, manchas y rayos de múltiples colores. En el fondo azul, alguien indefinido, imponderable, un par de ojos sin rostro, difuminados, escrutan y observan.

Por otra parte, los móviles de Calder aparentan planetas, estrellas y galaxias girando o moviéndose en el espacio infinito. O bajo una óptica diferente, reflejan la imagen del mundo subatómico, pareciendo partículas fugaces alrededor del núcleo atómico.

VIII. QUÍMICA

ALQUIMIA. SUSTANCIAS. CATALIZADORES. REACCIONES OSCILANTES. LITERATURA

Una mañana de mayo cuando el sol empezaba a levantarse vertí en un matraz de cuello largo un rosario de metales y planetas. La luz multiplicada en un espejo cuántico se filtraba entre los átomos de arsénico y los cristales amarillos de azufre. Flameando como una llama la extraña mezcla de espíritus metálicos volaba encima del crisol de fuego incrustado sobre los tizones encendidos y el círculo de luz solar. Durante las noches las fuerzas de la luna atraían las siluetas del agua y las gotas de mercurio se movían como remolinos en el corazón del matraz purificado...

(Relatos cuánticos)

En realidad, la química nace en los crisoles y matraces de los alquimistas, quienes manipularon el oro, plomo, mercurio o azogue, estaño, plata, cobre, hierro, azufre, arsénico, magnesio, zinc, antimonio, cinabrio, amoniaco, fósforo, cal, ácido nítrico, ácido sulfúrico, acetona, inventaron la pólvora, se maravillaron ante el nacimiento de los cristales y la germinación de sus colores y geometría en los manantiales de líquidos y burbujas de gas, y asociaron los metales con los planetas, los dioses del olimpo y el destino de los hombres : oro-Sol Apolo, plata-Luna Artemisa, hierro-Marte Ares, azogue-Mercurio Hermes, plomo-Saturno Cronos, estaño-Júpiter Zeus y cobre-Venus Afrodita. En su búsqueda, los alquimistas combinan sustancias químicas, purificando los procesos y su alma hasta

alcanzar la perfección que los conduce a la transformación espiritual y a la piedra filosofal.

El fuego se agita a través del carbón incendiando los metales en el crisol plateado, con una llama penetrante y candente como la lava de un volcán. Mientras observo las llamas y el humo, percibo la vibración del elixir bifurcado entre los metales y las órbitas del plenilunio. El fuego exotérmico purifica mi alma elevando las cenizas sobre la combustión sagrada... Después de transformaciones impensables un fulgor comienza a rodear el fondo del matraz y un cristal flamígero empieza su vida en el piélagos metálico. Mi cuerpo y espíritu se conmueven a medida que el cristal crece transformándose en una piedra fosforescente centellando infinitos rayos de color rojo. Los contornos de la piedra parecen cruzar las fronteras del tiempo y el espacio mostrando el movimiento del cosmos y el comienzo de todas las cosas en las nubes difusas de la nada...

La química se manifiesta a través de la alquimia en *Cien años de soledad*, donde Gabriel García Márquez concibe un laboratorio de alquimia dotado con procedimientos del gran magisterio, equipos alquímicos, los siete metales planetarios y sales trascendentes:

El rudimentario laboratorio —sin contar una profusión de cazuelas, embudos, retortas, filtros y coladores— estaba compuesto por un atanor primitivo; una probeta de cristal de cuello largo y angosto, imitación del huevo filosófico, y un destilador construido por los propios gitanos según las descripciones modernas del alambique de tres brazos de María la judía. Además de estas cosas, Melquíades dejó muestras de los siete metales correspondientes a los siete planetas, las fórmulas de Moisés y Zósimo para el doblado del oro, y una serie de apuntes y dibujos sobre los procesos del Gran Magisterio, que permitían a quien supiera interpretarlos intentar la fabricación de la piedra filosofal.

Con el instrumental alquímico, José Arcadio Buendía mezcló mercurio, azogue, solimán, cinabrio, azufre, plomo, cobre, oropimente, los siete metales planetarios, bromuro de plata, ácido muriático, agua regia, vitriolo y otros compuestos, tratando de obtener oro, la transmutación y la piedra filosofal:

Entonces José Arcadio Buendía echó treinta doblones en una cazuela, y los fundió con raspadura de cobre, oropimente, azufre y plomo. Puso a hervir todo a fuego vivo en un caldero de aceite de ricino hasta obtener un jarabe espeso y pestilente más parecido al caramelo vulgar que al oro magnífico. En azarosos y desesperados procesos de destilación, fundida con los siete metales planetarios, trabajaba con el mercurio hermético y el vitriolo de Chipre ...trataron de separar el oro de Úrsula del cascote adherido al fondo del caldero... En efecto, tras complicadas jornadas, lo habían conseguido... la gente de la aldea se apretujaba en el laboratorio, y les servían dulce de guayaba con galletitas para celebrar el prodigio, y José Arcadio Buendía les dejaba ver el crisol con el oro rescatado, como si acabara de inventarlo...

Con respecto a la piedra filosofal, Gabriel García Márquez deja entrever, que ésta es inasible, que en algún momento puede aparecer o tomar cualquier forma o se encuentra en nuestro interior o se revela en cualquier acontecimiento. La piedra filosofal es una piedra y no es una piedra, como decían los antiguos alquimistas, es una fuerza divina en el interior de todas las cosas, es la cosa más extraña y la cosa más común, se encuentra y no se encuentra, a veces resplandece y otras veces se vuelve invisible.

José Arcadio Buendía y su hijo no supieron en que momento estaban otra vez en el laboratorio sacudiendo el polvo, prendiendo fuego al atañor, entregados una vez más a la paciente manipulación de la materia dormida desde hacía varios meses en su cama de estiércol ...En cierta ocasión, meses después de la partida de Úrsula

empezaron a ocurrir cosas extrañas. Un frasco vacío que durante mucho tiempo estuvo olvidado en un armario se hizo tan pesado que fue imposible moverlo. Una cazuela de agua colocada en la mesa de trabajo hirvió sin fuego durante media hora hasta evaporarse por completo... Un día la canastilla de Amaranta empezó a moverse con un impulso propio... el acontecimiento esperado era inminente... De pronto, casi cinco meses después de su desaparición, volvió Úrsula. Llegó exaltada, rejuvenecida, con ropas nuevas... José Arcadio Buendía apenas si pudo resistir el impacto. ¡Era esto!, gritaba. Yo sabía que iba a ocurrir...

Después, perdió el interés por el laboratorio:

...puso a descansar la materia extenuada por largos meses de manipulación y volvió a ser el hombre emprendedor de los primeros tiempos. Al morir Melquíades, revivió el olvidado atañor y puso a hervir un caldero de mercurio junto al cadáver... la rica y asombrosa fauna mecánica que llevaba Pietro Crespi, disiparon la aflicción de José Arcadio Buendía por la muerte de Melquíades, y lo transportaron de nuevo a sus antiguos tiempos de alquimista. Vivía entonces en un paraíso de animales destripados, de mecanismos deshechos, tratando de perfeccionarlos con un sistema de movimiento continuo fundado en los principios del péndulo.

El poeta Rubén Darío se acerca a la alquimia y a la química a través de un cuento, *El Rubí*:

¡Ah, sabios de la Edad Media! ¡Ah, Alberto el Grande, Averroes, Raimundo Lulio! Vosotros no pudisteis ver brillar el gran sol de la piedra filosofal, y he aquí que sin estudiar las fórmulas aristotélicas, sin saber cábala y nigromancia, llega un hombre del siglo decimonono a formar a la luz del día lo que nosotros fabricamos en nuestros subte-

rráneos ¡Pues el conjuro!, fusión por veinte días de una mezcla de sílice y de aluminato de plomo, coloración con bicromato de potasa o con óxido de cobalto. Palabras en verdad que parecen lengua diabólica. El cuerpo del delito estaba allí, en el centro de la gruta, sobre una gran roca de oro; un pequeño rubí, redondo, un tanto reluciente, como un grano de granada al sol... En los muros, sobre pedazos de plata y oro, entre venas de lapislázuli, formaban dibujos como los arabescos de una mezquita, gran muchedumbre de piedras preciosas. Los diamantes, blancos y limpios como gotas de agua, emergían los iris de sus cristalizaciones; cerca de calcedonias colgantes en estalactitas, las esmeraldas esparcían sus resplandores verdes y los zafiros en amontonamientos raros, en ramilletes que pendían del cuarzo, semejabán grandes flores azules y temblorosas... –¡Vidrio! –¡Maleficio! –¡Ponzoña y cábala! –¡Química! –¡Pretender imitar un fragmento del iris! –¡El tesoro rubicundo de lo hondo del globo! –¡Hecho de rayos del poniente solidificados!...

En otro contexto, fórmulas, símbolos químicos, nombres de las sustancias, conceptos e ideas sobre la química se distinguen en el *Ulises* de Joyce y en *Historia de la eternidad* de Borges

Consideremos a Joyce en *Ulises*, hablando del carbono, hidrógeno, agua, papel tornasol, cloroformo, láudano, filtros de amor, jarabe paregórico, sulfato de cobre, ácidos, álcalis

...al permitir que sus elementos carbono e hidrógeno entraran en libre unión con el oxígeno del aire... Prueba: vuelve rojo el papel de tornasol azul. Cloroformo. Dosis excesiva de láudano. Pociones para dormir. Filtros de amor. El jarabe paregórico de amapola, malo para la tos. Policía H₂O para un hombre desmayado... Sulfato de cobre venenoso, SO₄ o algo en guisantes secos... su presuntuoso engreimiento en las cosas científicas, apenas puede distinguir un ácido de un álcali,... Acid. Nit. Hidroclor., 20 gotas... ¿Qué admiraba en el agua Blom...

...la sencillez de su composición, dos partes constitutivas de hidrógeno por una parte constitutiva de oxígeno...

O Borges, recurriendo a la química orgánica e inorgánica en un párrafo de *Historia de la eternidad*: "...Miriam Hopkins está hecha de Miriam Hopkins, no de los principios nitrogenados o minerales, hidratos de carbono, alcaloides y grasas neutras, que forman la sustancia transitoria de ese fino espectro de plata o esencia inteligible de Hollywood..."

Referente a la poesía, algunos versos aislados de poetas como Neruda, Vallejo, Luis Belisario, Nicanor Parra, Eduardo Dalter, Nikolai Tijonov, Mujica, Muñoz y otros, reflejan asociaciones con palabras y situaciones derivadas de la nomenclatura química.

En "Cien sonetos de amor" y "Canto a Bolívar" de Neruda se notan varias acepciones procedentes de la química: "...hasta las desoladas planicies del platino /...ibas cargada de flores ferruginosas /...No solo son míos la piel venenosa del cobre / o el salitre extendido como estatua yacente y nevada /...Oh cruz del sur, oh trébol de fósforo fragante /... el estaño bolívar tiene un fulgor bolívar /...la patata, el salitre, las sombras especiales, / las corrientes, las vetas de fosfórica piedra, /."

El poeta Vallejo dice en "Los mineros salieron de la mina", de "Poemas póstumos", "¡Era de ver sus polvos corrosivos! / ¡Era de oír sus óxidos de altura! / Cuñas de boca, yunque de boca, aparatos de boca..."

Empleando un símbolo químico, Belisario, construye en "Giróscopo", el poema "Águila tasquera": "...Gargantas inhaladoras H₂Oxigenadisas cargadas / de fuerzas divinas alimepthesis."

Del mismo modo, varios poemas de "El círculo de los 3 soles" de Rafael José Muñoz presentan relaciones con términos derivados de las sustancias químicas:

...por 100 gammas lineales de sustancias carbonosas a diez el quintal menos 55 kilos. ...Campana de cohen costilluda para volar / en su fósforo solitario... Y del oratorio que está en su nicho / en su Maragamaxa de un ION!
...¿A quién enterraron hoy? Oigo las voces nómicas / que

por fin escapan del establo; / Oigo estas voces de cilicio
/...Lo mismo me sucede a mí con Elio cuando lo veo de
resfilón: / parece un vidrio brómico de Zimasso...”
Es decir Gerasimovic Wolf Rayet / 7, 7 de oxígeno en el
Espectrógrafo... Que es igual al helio liberado / durante
3.000 ciclos de kaburos billonarios/.

Con una perspectiva diferente, Nicanor Parra, denunciando la contaminación ambiental, engendro de la industria química y mecánica, señala en “Los vicios del mundo moderno”: “El mundo moderno es una gran cloaca/... Los industriales modernos sufren a veces el efecto de la atmósfera envenenada/.”

Con un tono similar, Eduardo Dalter habla de la contaminación, sugiere el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono y el inminente peligro de la guerra química y nuclear en ¿Adonde va el planeta?: “... Ahí pasa, pasa / alrededor del sol / como una bola / azul y verde, envuelta / en gases tóxicos / emitidos por las corporaciones / asociadas y filiales. / Pasa y vuelve a pasar / el planeta / custodiado por misiles / y todo tipo de armamento / sucio y pronazi / de la OTAN, / que podría volverlo polvo / de galaxias / en solo media hora. /.”

Igualmente, el poeta Nikolai Tijonov, clama por la paz ante la posibilidad de una guerra química:

¡Amigos de la paz! Aumentan las reservas / del arsenal
maldito, aumentan sin cesar, / y puede en un instante
morir todo lo vivo. / ¡Son quince toneladas de muertes
sin contar! / Son quince toneladas de nitrotolueno / las
que nos corresponden a cada uno ahora, / y quedará
el planeta desierto y calcinado / si llega por desgracia,
fatal y negra hora... ¡Amigos de la paz! ¡Breguemos sin
descanso! / No puede soslayarse el peligro tremebundo.
/ ¡Ya quince toneladas de nitrotolueno / con la muerte
amenazan a cada ser del mundo!

Un poema de Ernesto Cardenal, “Apocalipsis”, visiona el espanto de la guerra nuclear y sus terribles implicaciones contaminantes:

Y vi como el nombre del proyectil era Bomba H (y el infierno lo acompañaba)
y vi como un platillo volador que caía del cielo / Y los sismógrafos registraron como un gran terremoto...Y llovió del cielo Estronsium 90 / cesium 137 / Carbón 14/ y el segundo ángel tocó la sirena/ y se rompieron todos los tímpanos de los oídos... /y se quemaron todas las retinas que vieron la luz de la explosión... / y el acero el hierro el vidrio el concreto se evaporaron / y cayeron convertidos en lluvia radioactiva...y la lluvia radioactiva a unos daba leucemia/ y a otros cáncer en el pulmón / y cáncer en los huesos / y cáncer en los ovarios / y los niños nacían con cataratas en los ojos / y quedaron dañados los genes por 22 generaciones /...

Desde otro punto de vista, pueden surgir ideas relacionando la química y la gramática, como la sugerida por Rafael Calderón en una conversación informal: “Las letras se parecen a los átomos, las palabras a las moléculas, y la oración a una ecuación química”. Ésta es una asociación interesante, según la cual, los esquemas de generación de fórmulas y ecuaciones de las reacciones químicas se asemejan a algunas reglas gramaticales o viceversa, insinuando la posibilidad de crear una gramática manejando las relaciones átomo-letra, molécula-palabra, ecuación-oración. En otro contexto, esta conjetura nos hace recordar una interrelación similar conectada con las matemáticas y el idioma inglés, la gramática transformacional de Noam Chomsky.

Un pensamiento análogo expone Mujica en “Fondo y Espuma”:

La presencia de un orden que rebasa lo exterior, lo / convencional, lo significativo, lo valorable, se establece / en la aparición del compuesto. / Los comportamientos

del Hidrógeno y el Oxígeno, / separadamente, se alejan
del comportamiento del agua. / El agua es el poema. /
Las palabras separadas de un texto se individualizan, / se
enfían. Hay un verso posible. Una afinidad / posible. /
Una palabra sola es un átomo completo. / La poesía (la
inolvidable) se hace con iones de palabras.

Ahora, visualizando los sistemas químicos como tales, algunos generan durante su evolución estructuras de indiscutible hermosura y complejidad como las reacciones oscilatorias, las cuales se desenvuelven alternando patrones coloreados al paso del tiempo, similares a esculturas cinéticas en medios fluidos, gaseosos o líquidos. Al mezclar ácido malónico con bromato de sodio, en presencia de ácido sulfúrico, agua y un catalizador de hierro, cerio o rutenio, emergen ondas coloreadas, espiraladas y oscilatorias, a un ritmo alternante en el tiempo. Cuando el catalizador es hierro los colores cambian de azul a rojo o viceversa, si es rutenio oscila de verde a rojo y si es cerio de amarillo a incoloro. Esta reacción conocida como el proceso de Belousov-Zhabotinsky, quienes lo estudiaron por primera vez, sugiere, además de la belleza de sus colores y formas, la existencia de caos y orden simultáneo durante la evolución del proceso. Otras reacciones lanzan pulsaciones de colores radialmente o forman espirales rotatorias, o formas geométricas variadas, parecidas a estatuas y formas transitorias que se desvanecen con el tiempo. La ocurrencia de estas transformaciones es el resultado de la acción de fuerzas vinculadas a los potenciales químicos de las sustancias, las cuales inducen cambios fisicoquímicos creadores de estructuras cinéticas que se desenvuelven sin la intervención directa del ser humano, bajo las tendencias del azar y el orden.

Dentro de este concierto de ideas, los catalizadores empleados en la industria química, particularmente los sólidos, revelan una geometría interna similar a los laberintos de Borges, las catedrales góticas o a algunas pinturas abstractas de Jackson Pollock como Número 1, Número 3, Número 8, Número 27, Número 33 y Mural. Los catalizadores, conocidos como las sustancias que aumentan o disminuyen la velocidad de las reacciones químicas sin sufrir mayores alteraciones durante el proceso, fueron considerados por los

alquimistas y algunos químicos del pasado como sustancias mágicas que poseían campos de energía capaces de dirigir los eventos químicos a voluntad. Actualmente, con la ayuda de instrumentos especiales, los investigadores han penetrado a través de los poros de los catalizadores sólidos encontrando complejos laberintos a escala microscópica, algunos amorfos y otros dotados de perfectas estructuras geométricas como las zeolitas. Estas últimas, diseñadas por los químicos o ingenieros, presentan caminos internos de formas geométricas variadas, piramidales, pentagonales, hexagonales, octogonales, que lucen como las estructuras de las capillas del medioevo o del renacimiento. En lugares específicos del laberinto, en los vértices de ciertos poliedros, o en una pared, se encuentra un átomo, una molécula, un centro activo, un campo de fuerza que dirige una acción química, una transformación de una sustancia en otra. Los observadores del caos se han acercado a estas estructuras, contemplando la geometría fractal de los laberintos, detectando las rutas de los procesos, acercándose al misterio del corazón del catalizador, a la resonancia molecular de las paredes, donde se reflejan las fuerzas que generan el orden y desorden de los procesos químicos. Aquí lo microscópico e invisible se resuelve como una fuerza creadora de estructuras que se manifiestan en la realidad como focos de energía o centros de actividad química, presentes en entidades atómicas o moleculares activas, parecidas a estalactitas, estalagmitas o a estructuras geométricas diversas, de imponderable belleza y armonía.

IX. BIOLOGÍA

BOTÁNICA. ANATOMÍA. ADN. GENES. EVOLUCIÓN. HUMANISMO

Descubrí el origen de la vida cuando un rayo incendió un bosque y un destello eléctrico produjo cadenas de moléculas en un antiguo mar. De aquel lugar nacieron las especies y las extrañas mutaciones de los peces y las aves que pueblan la tierra y otros mundos lejanos. De allí emergiendo del océano y el aire, me expandí sobre los ancestros del barro en la ruta evolutiva de los hombres...

(Relatos cuánticos)

Cuando leemos el poema “Voces en el botánico”, y algunos temas de “Alegres provincias”, del libro *Lobos y balcones* de Ramón Palomares, o fragmentos entresacados de las memorias de Pablo Neruda, *Confieso que he vivido*, o trozos del *Ulises* de Joyce, llegan a nosotros sonidos lejanos de las voces latinas de Karl Linneo, el precursor de la moderna taxonomía biológica. Percibimos la nomenclatura binomial del género y la especie que nombra los numerosos seres que pueblan la tierra.

Oigamos las voces en el jardín botánico: “Te llamo Palmera Cornigera / Te digo Palmera de Corazón / Tu nombre es Palmera de Piernas Cortas / Palma Latania / Palma Cabellera que Vuela / Palma Augusta...”

O las descripciones de “Alegres provincias”:

De las plantas del valle de Caripe./ El Caladio Arbóreo
que siempre está nublado /

La Micrania Unicrania, contraveneno como el Guaco del Chocó / La Bauhinia Guarapa que arroja sus ramas y las bate estrepitosa / La Veismania Glabra de cápsulas crocantes que deja largo tiempo un sabor a naranja / Y la Dorstenia de Horrstonique se abre a la respiración como un campo de mentas / Otras eran / La Gran Flor Cranoliaria tan blanca que enceguece / Y la manetia de Caripe, nevadura exquisita, su hoja pareciera encerrar mapas fantásticos.

En otro párrafo, el poeta revela su afecto por la botánica: “¿Pero fue acaso en Gotinga, luego del tiempo inglés cuando se despertara mi pasión botánica...? / ¿Fue allí donde aprendí sobre las plantas milagrosas...? / Y las amorosas familias vegetales que se saludan de costa a costa desde Malabar hasta Recife...”

Ahora, consideremos los trozos extraídos de las memorias de Neruda:

En la altura como gotas arteriales de la selva mágica se cimbran los copihues rojos (*Lapageria Rosae*)... Copihue rojo es la flor de la sangre, el copihue blanco es la flor de la nieve... O sorprender la lanza del cuarzo que se alarga, como un verso del agua, en la Rosellaria *Fusus*. Nadie me quitará el deslumbramiento de haber extraído del mar el *Espondylus Roseo*, ostión tachonado de espinas de coral. Y más allá entreabrir el *Espondylus Blanco*, de púas nevadas como estalagmitas de una gruta gongorina... Luego todas las colosales hojas del agave americana se desploman y mueren... Se llama *chauhual* (*puya Chilensis*)...

Veamos también a Joyce: “...por una recia espesura de punzante y fulvo pelo semejante en color y dureza al tojo de montaña (*Ulex europeus*) ...subió los escalones del patíbulo en impecable traje de luto, llevando en el ojal su flor predilecta, el *Gladiolus cruentus*.”

Similarmente, Vallejo, en una época de su vida, maestro de botánica y ciencias naturales, escribió algunos poemas relacionados

con la botánica. En “Telúrica y magnética” de *Poemas póstumos*, sentimos esta influencia: “...¡familia de los líquenes / especies en formación basáltica que yo / respeto / desde este modestísimo papel!” También, en un fragmento de “Trilce”: “Grupo dicotiledón. Obertura / desde el petreles... ¡Grupo de los dos cotiledones! / ...Ah grupo bicardiaco.”

Desplazándonos a la biología del hombre, Joyce describe en *Ulises*, temas vinculados con el organismo humano y la medicina:

Corazón partido. Una bomba después de todo, bombeando miles de galones de sangre por día. Un buen día se atasca y ya estamos. Montones de ellos yaciendo por aquí: pulmones, corazones, hígados. Viejas bombas oxidadas... ofreció pruebas médicas demostrando que se podía calcular que la fractura instantánea de las vértebras cervicales y la consiguiente escisión de la médula espinal... producirían inevitablemente en el sujeto humano un violento estímulo ganglionar de los centros nerviosos, dando lugar a que los poros de la corpora cavernosa se dilataran... Se estableció comunicación mediante la glándula pituitaria y también por medio de rayos de ardiente anaranjado y escarlata que emanaban de la región sacra y el plexo solar... la pérdida de fluido amniótico (tal como en el caso presente) , cuya consecuencia es el peligro inminente de sepsia a la matriz... contraen adenoides, dolencias pulmonares, etc., al inhalar las bacterias que se esconden en el polvo.

Con un acento diferente, un trozo del poema “Yo canto al cuerpo eléctrico”, de Whitman, es una descripción anatómica del cuerpo humano:

Sin un animal ni una planta la tierra tardó / quintillones de años en engendrarlo, / Para él giraron pacientes e incesantes los ciclos /...¡Oh cuerpo mío!, Cabeza, cuello, pelo, orejas, lóbulos y tímpano de la oreja, / Ojos, pestañas, iris del ojo, cejas y la vigilia o sueño de los párpados

dos, / Boca, lengua, labios, dientes, paladar, mandíbulas y articulaciones de las mandíbulas, / Nariz, aletas de la nariz y tabique, / Mejillas, sienes, frente, mentón, garganta, nuca, forma del cuello, / Fuertes hombros, barba viril, omoplato, espalda, y el ámbito del pecho, / Brazo, axila, junta del codo, antebrazo, músculos del brazo, huesos del brazo, / Muñeca y coyunturas de la muñeca, mano, palma, nudillos, pulgar, índice, articulaciones de los dedos, uñas, / Amplio pecho, rizado vello del pecho, esternón, costados, / Costillas, vientre, espinazo, vértebras, / Caderas, articulaciones de las caderas, fuerza de las caderas, redondez cóncava y convexa, testículos, raíz del hombre, / Muslos, que son la firme base del tronco, / Músculos de la pierna, rodilla, rótula, piernas, / Tobillos, empeine, planta del pie, dedos del pie, talón, / Todas las actitudes, todas las bellezas, todos los bienes / de mi cuerpo o el tuyo, o del cuerpo de cualquier / otro, varón, mujer / Las celdillas de los pulmones, el estómago, las entrañas / dulces y limpias, el cerebro y sus pliegues dentro del cráneo. / Simpatías, válvulas del corazón, válvulas del paladar, / sexo, maternidad... Las mínimas partículas rojas que llevo y que tu llevas, / los huesos y la médula de los huesos, /...Afirmando que estas cosas no solo son los poemas del cuerpo, sino también del alma, / afirmo que son el alma.

Por otro lado, considerando aspectos vinculados con la genética, Aldous Huxley, un nieto de Thomas Huxley, quien era contemporáneo y ardiente defensor de las teorías de Darwin, anticipa la clonación y la manipulación genética de los seres biológicos en su libro *Un mundo feliz*, publicado en 1932. Allí, concibe un mundo donde los seres humanos son creados en serie mediante un proceso similar a la clonación actual. En ese lugar, los embriones son manejados genéticamente para crear tipos humanos aptos para ciertas tareas, según el interés del Estado. Las drogas, la manipulación de la información y el lavado de cerebro complementan el control genético.

Con la clonación de la oveja Dolly, la visión de Huxley se ha acercado a la realidad. Este animal, creado en el laboratorio por los doctores Ian Wilmut y Keith Campbell, nace de una célula de la glándula mamaria de una oveja y de un óvulo desprovisto de su núcleo, fusionados mediante una suave descarga eléctrica. Es curioso como Huxley pronosticó estas posibilidades en una época, cuando no se conocía la estructura de los genes, cromosomas, ni la descripción molecular de la doble hélice del ADN, o los avances de la biología molecular y la genética que condujeron a la clonación. Ante la clonación, los procesos transgénicos y la posibilidad de alcanzar algún día el mundo indigno de Huxley, la humanidad ha levantado una voz de protesta, cuestionando la falta de ética de los investigadores, compañías, instituciones y gobiernos, que promueven este tipo de exploraciones que atentan contra la diversificación del genoma humano, vegetal, animal, y la libertad.

En otro contexto, amplificando la noción molecular de la doble hélice del ADN, maquetas luminosas, estéticamente elaboradas, desdoblan la escalera espiralada del ácido nucleico, mostrando en una serie de esculturas oscilantes y vibratorias, las bases químicas responsables de las secuencias del código genético: adenina, citosina, guanina y timina, junto con la desoxirribosa y el fósforo. Las espirales desplegadas exponen abiertamente la estructura del cromosoma y sus nucleótidos, los enlaces y el desdoblamiento de los genes a través de las generaciones, cuyo curso puede ser alterado por mutaciones eventuales, naturales o artificiales, como las producidas por las radiaciones atómicas. En una sucesión de imágenes las maquetas esbozan la evolución, la cual se desenvuelve como un milagro desde los organismos marinos hasta el homo sapiens. Los fósiles, como fragmentos de información diseminados a través de las eras, dibujan un mapa genealógico, arbóreo, difuso, fractal, inconcluso e indefinido. En algún lugar de la cadena evolutiva, cuando los seres del mar se transforman en habitantes terrestres, se observa un celacanto, y más allá, en las vertientes entre los reptiles y los pájaros, vuela un *archaeopteryx*. La secuencia concluye en el homo sapiens, mostrando un australopithecus, en una de las rutas que conducen al *homo erectus*.

A propósito del celacanto, un poemario de Elena Vera lleva el nombre de este pez milenario, un fósil viviente, posiblemente un eslabón entre los peces y los vertebrados, mamíferos, reptiles y aves. Este pez, visto por primera vez en 1938, en Sur África, presenta las características anatómicas de un organismo capaz de evolucionar del mar hacia la tierra, rudimentos de huesos en las aletas y pulmones incipientes. Elena Vera escribe en su poemario:

Desde el Devónico hasta hoy / una esquirla de eternidad
/ apenas / He visto crecer/ dolorosamente / los corales
/ despacio / se apareja la luz / al espesor de la perla /
especies que se hacen / y se deshacen / Valles / monta-
ñas / que se levantan / y caen /... Estos caminos / sobre
las aguas / no han sido abiertos por mí / afirmarse / más
allá del tiempo / trascenderse / sobre / las aguas oscuras
/ sobre / este cuerpo / encadenado en milenios / Esta
rutina de nadar / singladura / que espanta / y / aniquila
/ ¡En las escamas llevo siglos! / ...Algas / Algas / Algas /
pobladoras rojas del mar / ¡Salud viajeras! / Las tempestades / y / la historia de los huracanes / pesan sobre mi cabeza /...Alimentado de razas antiguas / vienes / con tus genes / y tus líneas innatas /...

Aproximándose a las teorías de la evolución, el poeta Gastón Baquero dice en “El hombre habla de sus vidas anteriores”:

Cuando yo era un pez, / cuando sólo conocía las aguas
del hermoso mar, / y recordaba muy vagamente haber
sido / un árbol de alcanfor en las riberas del Caroní, /
yo era feliz. / Después cuando mi destino me hizo /
reaparecer encarnado en la lentitud de un leopardo, /
viví unos claros años de vigor y de júbilo, / conocí los
paisajes perfumados por la flor del abedul, / y era feliz.
/ Y todo el tiempo que fui / cabalgadura de un guerrero
en Etiopía, / luego de haber sido el tierno bisabuelo de
un albatros, / y de venir de muy lejos diciendo adiós a mi
envoltura / de sierpe cascabel, / yo era feliz. / Mas sólo

cuando un día / desperté gimoteando bajo la piel de un
niño, / comencé a recordar con dolor los perdidos paisajes,
/ lloraba por aquellos perfumes de mi selva, y por el humo / de las maderas balsámicas del Indostán. / Y bajo la piel de humano / ya llevo tanto sufrido, y tanto, y tanto, / que solo espero pasar, y disolverme de nuevo, / para reaparecer como un pequeño pez, / como un árbol en las riberas del Caroní.

X. MATEMÁTICAS

MOEBIOUS. CANTOR. GODEL. FERMAT.
EL INFINITO. CUADRATURA DEL CÍRCULO.
REGLA ÁUREA. COMPUTADORES. MUNDOS
VIRTUALES. CUERDAS. LITERATURA. PLÁSTICA

No sé si la esencia del universo está inscrita con números impares o si las ecuaciones definen el destino de los hombres o la trayectoria estocástica del fuego. Solamente oigo las voces de los dioses hablando un lenguaje matemático que no comprendo...

(Relatos cuánticos)

En cuanto a las matemáticas, su campo y extensiones afines han sido explorados por varios artistas plásticos y escritores como Picasso, Escher, Mondrian, Malevitch, Klee, Borges, Joyce, Whitman, Vallejo, Muñoz, Volpi, Aladym, Mujica y Guaregua, entre otros.

Refiriéndonos a las artes plásticas, la matemática, a través de la perspectiva y las figuraciones geométricas y numéricas, siempre ha estado presentes en la historia de las creaciones pictóricas.

Así, la perspectiva tridimensional basada en la geometría de Euclides reinó en el ámbito de la plástica hasta comienzos del siglo XX, cuando el cubismo incorpora en la pintura las nociones de las geometrías antieucledianas, las cuales insinúan la relatividad de los postulados clásicos de Euclides, en particular el quinto postulado que trata del paralelismo de las líneas rectas, según el cual, dos rectas paralelas nunca se encuentran si se prolongan hasta el infinito. En forma sencilla, las geometrías no euclidianas proponen, entre otras cosas, que las líneas paralelas como tal no existen, o si concurren, pueden cortarse al prolongarse hasta el infinito. Tam-

bién, las geometrías no euclidianas acopladas con la física relativista sugieren que el universo es multidimensional y posee más de tres dimensiones. Estas ideas influenciaron los movimientos estéticos de principios del siglo XX, y dieron pie para que Picasso, Gris, Braque y otros, abandonaran la perspectiva euclidiana y llenaran sus cuadros con volúmenes y representaciones geométricas similares a cubos y poliedros distorsionados en una perspectiva antieuclidiana, como se observa en “Las damas de Aviñón” de Picasso, analizada en el capítulo de “Física relativista” de este ensayo. En otras palabras, implantan en la pintura los avances de las geometrías no euclidianas que sugieren la existencia de universos multidimensionales donde la perspectiva es relativa, o no existe y, adicionalmente, introducen los efectos relativistas del espacio y el tiempo, incorporando el movimiento y las sensaciones energéticas en el escenario plástico.

Hablando de otras conexiones de la matemática con la pintura, Escher ha basado algunos de sus trabajos en temas de geometría clásica y topología como la cinta de Moebius y las particiones de superficies, o en la extrapolación del infinito en una superficie cerrada. Sus obras están llenas de estructuras geométricas, enlazadas mediante perspectivas inverosímiles, las cuales crean ilusiones ópticas, efectos relativistas, paradojas, movimientos perpetuos, múltiples perspectivas, alteraciones geométricas y formas fractales originales. Escher elaboró varios estudios empleando la cinta de Moebius, la cual es una superficie geométrica que presenta 2 caras, una interna y otra externa, comunicadas entre sí. Parece una senda continua, infinita, sin bordes, doblada como un lazo, sin diferenciación entre la cara exterior e interior. Uno de los trabajos muestra nueve hormigas caminando en fila sobre la superficie de la cinta de Moebius, sin cruzar nunca los bordes o filos laterales de la superficie, como si fuera un camino infinito en un solo plano.

Análogamente, Mondrian, Malevitch, Klee y otros pintores, buscaron la esencia de la pintura en la geometría, empleando en sus composiciones figuras elementales.

Mondrian construyó varios de sus cuadros empleando líneas verticales y horizontales, que al entrecruzarse definían cuadrados o rectángulos que los llenaba de colores primarios, o los dejaba en blanco o negro, como “Composición en rojo, amarillo y azul”.

En algunos cuadros de Klee como “Motivos de Hammamet”, el paisaje está formado por una combinación de figuras geométricas planas integradas por triángulos, cuadrados, trapecios, rectángulos, y puntos, coloreados de verde, rojo, azul, amarillo, blanco, negro, marrón y otros matices.

Igualmente, otros pintores esculpen el perfil de palmeras batiéndose frente al mar, con nervaduras que parecen curvas logarítmicas prolongadas hasta las nubes del cielo, hasta el infinito. O develan catenarias, espirales, curvas exponenciales, cicloides, parábolas, lemniscatas, hipérbolas, figuras trigonométricas o curvas armónicas.

Mostrando combinaciones de letras y números con trazos dorados y rojos, un cuadro de Oscar Gutiérrez concibe algo parecido a una baraja española, con un rey de oros rodeado de caracteres alfanuméricos distribuidos al azar. La magia que rodea al rey se completa con un número cabalístico, el número 9, combinado con una secuencia arbitraria de las letras AXY.

De igual forma, en el ámbito literario, Borges manipula aspectos de la teoría de conjuntos, permutaciones, combinaciones, teoremas, series, el infinito matemático, extrapolaciones numéricas y geométricas. Borges, en *Historia de la eternidad* elabora varios párrafos con apreciaciones sobre series matemáticas, mencionando la teoría de conjuntos de Cantor, visualizador del transfinito:

Cantor destruye el fundamento de la tesis de Nietzsche. Afirma la perfecta infinitud del número de puntos del universo, y hasta de un metro del universo, o de una fracción de ese metro. La operación de contar no es otra cosa para él que la de equiparar dos series... El conjunto de los números naturales es infinito, pero es posible demostrar que son tanto los impares como los pares.

Una extrapolación borgiana de los sueños alquimistas aparece en el “Aleph”:

Aclaró que un Aleph es uno de los puntos del espacio que contiene todos los puntos ...¿ Cómo transmitir a

otros el infinito Aleph, que mi temerosa memoria apenas abarca? Los místicos, en análogo trance prodigan los emblemas: para significar la divinidad, un persa habla de un pájaro que de algún modo es todos los pájaros; Alanus de Insulis, de una esfera cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna.

En el cuento “La biblioteca de Babel”, Borges expresa: “La biblioteca es una esfera cuyo centro cabal es cualquier hexágono, cuya circunferencia es inaccesible.”

Con otras connotaciones, Joyce manipula las matemáticas en *Ulises*, realizando construcciones libres, extrapolaciones, exageraciones y artificios numéricos, ficciones teoremáticas:

El falso paralelismo aparente de todos los brazos perpendiculares de todas las balanzas demostrado por construcción... explicando sus valores aritméticos como números ordinales y cardinales, a saber, 3, 1, 4, 100 ...conteniendo sucintamente el núcleo de la nebulosa de cada cifra de cada serie la posibilidad de ser elevada a la máxima elaboración cinética de cualquier potencia de cualquiera de sus potencias... una infinitud, transformable igualmente en finita por la aposición supositivamente verosímil de uno o más cuerpos igualmente de la misma y de diversas magnitudes: ...en el punto de intersección de la línea recta desde alfa a beta en la Osa Mayor prolongada y cortada exteriormente en omega, con la hipotenusa del triángulo formado por la línea alfa omega así prolongada y la línea delta de la Osa Mayor.

Matemáticos como Cantor, Gödel, Von Neumann, Hilbert, Kronecker y Dedekind son recreados con las circunstancias y el manto de la ficción en la novela *En busca de Klingsor* de Volpi:

...a pesar de que Von Neumann había publicado en 1932, uno de los tratados más importantes sobre física moderna “Fundamentos matemáticos de la teoría cuántica”, era

cierto que ahora estaba más preocupado por sus juegos, y peor aún, por la programación de calculadoras mecánicas... Poco antes, en 1900, David Hilbert, un matemático de la Universidad de Gotinga, leyó durante la sesión de apertura del Congreso matemático de París una ponencia que se conoció a partir de entonces como Programa de Hilbert. En ella, se presentaba una lista de los grandes problemas aún no resueltos por las matemáticas –la tarea para los especialistas del futuro– entre los que se hallaba, señaladamente, la llamada “cuestión de la completitud”. La pregunta era, básicamente, si esta disciplina –o cualquier otro sistema axiomático– era coherente y completo, es decir, si contenía o no contradicciones y si cualquier proposición matemática podía ser derivada a través de sus postulados. Hilbert pensaba que la respuesta sería afirmativa, como señaló a sus colegas reunidos en París... En sus páginas Gödel no solo demostraba que en los Principia matemática podía existir una proposición que al mismo tiempo fuese verdadera e indemostrable –esto es indecible–, sino que esto ocurriría necesariamente con cualquier sistema axiomático, con cualquier tipo de matemáticas existentes ahora o que fuese a existir en el futuro. En contra de todas las previsiones de los especialistas, las matemáticas eran, sin asomo de dudas, incompletas... En resumen, Gödel afirmaba que en cualquier sistema –en cualquier ciencia, en cualquier lengua, en cualquier mente– existen aseveraciones que son ciertas pero que no pueden ser comprobadas... Si la teoría de la relatividad de Einstein y la teoría cuántica de Bohr y sus seguidores se habían encargado de demostrar que la física había dejado de ser una ciencia exacta –un compendio de afirmaciones absolutas–, ahora Gödel hacía lo mismo con las matemáticas. Nadie estaba a salvo en el mundo que comenzaba a ser dominado por la incertidumbre. Gracias a Gödel, la verdad se tornó más huidiza y caprichosa que nunca... Temeroso, Gödel hacía lo posible por no fijarse en los ojos de su público, perdiéndose en

el infinito que se colaba en el muro trasero del recinto. La cuestión que se afanaba en resolver Gödel ese día frente a su auditorio era la llamada “hipótesis del continuo”, esbozado por el matemático Georg Cantor en su teoría de conjuntos.

La hipótesis del continuo de Cantor –comenzó a explicar como si no hubiese más nadie en la sala, excepto él– se reduce, simplemente a esta cuestión: ¿cuántos puntos hay en una línea recta en el espacio euclidiano? Una pregunta equivalente es: ¿cuántos conjuntos diferentes de enteros existen?... Cantor estaba empeñado en crear una nueva aritmética capaz de desentrañar la relación entre la divinidad y los números. Como si quisiese reconstruir la mente del eterno, utilizó la vieja idea tomista sobre los agregados de elementos para sentar las bases de una nueva teoría de los conjuntos... A diferencia de Dedekind, Cantor reparó en que los conjuntos infinitos pueden tener distintas magnitudes o “potencias”. En otras palabras Cantor determinó que había infinitos de distintos tamaños... Al darse cuenta de su descubrimiento, Cantor le escribió a Dedekind como si hubiese abierto una nueva caja de Pandora: *Je le vois mais je ne le crois pas!* Si él mismo se escandalizaba de sus resultados, sus contemporáneos consideraban que aquella aritmética era delirante... pronto los editores comenzaron a retrasar la publicación de sus envíos, temerosos de arriesgar su prestigio académico... Azotado por la ira y el rencor de sus enemigos, Cantor sufrió una serie de ataques nerviosos que lo postraron en cama durante semanas. No obstante, en 1884 pudo concluir un largo tratado que contenía la mayor parte de sus aportaciones a la matemática, “Fundamentos de una teoría general de las variedades”, cuyo principal objetivo era presentar batalla a las intrigas de Kronecker... Más que los argumentos de Kronecker, fue uno de sus propios descubrimientos el que terminó arrinconándolo definitivamente en la locura. Era la “hipótesis del continuo”. En su aritmética del infinito, Cantor

pensaba que debía existir un conjunto infinito con una potencia “mayor” que la de los números naturales y “menor” que la de los números reales. Por desgracia, nunca fue capaz de comprobarlo.

Imaginando otros enfoques de la creatividad, Galois, un joven matemático muerto prematuramente en un duelo en la primera mitad del siglo XIX, es recordado por Aladym en el poema “Caballero de diamante”, dedicado al ajedrez y a Rómulo Aranguren “...Clorofílicas figuras discóbolos se desdoblán en aperturas Nimzo-India / Diamantinas imágenes se descolorizan en teoremas de Galois/ una mano se alargó en el argo matemático/ Se cubre el rostro en el desafío del ideograma arcaico/ surge un olor , milenario / de oro, zafiro y azabache...”

De igual modo, algunos poemas de Vallejo incorporan expresiones extraídas de la aritmética o geometría. De “Trilce” podemos seleccionar los siguientes versos:

...que se abre en succulenta recepción / de multiplicando
a multiplicador, / ...a treintidos cables y sus múltiples /
se arrequintan pelo por pelo / ...cubicados en tercera ala
/ como arzonamos, cara a monótonas ancas / Se remolca
diez meses hacia la decena / ...999 calorías / 1000 calorías /
...treinta y tres trillones trescientos treinta / y tres
calorías ...Amoniácase casi al cuarto ángulo del círculo
/... Ella, siendo 69, dase contra 70; / luego escala 71
rebota en 72. / y así se multiplica y espejea impertérrita
/...Forajido tormento, entra, sal / por un mismo forado
cuadrangular /...al sobrelecho de los numeradores a pie.
/ ...

De “Poemas póstumos”: “¡Oh pensar geométrico al trasluz!
/...con tálamo de ornamentales áspides y exagonales ecos. /...”

En forma análoga, Whitman, incluye versificaciones con cifras en “Canto de mí mismo”:

¿Has creído que mil hectáreas son muchas?... /...Veintiocho muchachos bañándose en la orilla/ veintiocho muchachos tan llenos de vida /...Y si entro en posesión de lo que es mío hoy o dentro / de diez millones de años, /... Junto a las casa rectangulares de la ciudad,... / ...atravesando los siete satélites y el ancho anillo y el / diámetro de ochenta mil millas /...Los ciento cincuenta hombres siguen callados en / Álamo ...Ya hemos agotado trillones de inviernos y estíos, / quedan trillones por delante y trillones después /...Algunos cuatrillones de eras, algunos octillones de / leguas cúbicas no ponen en peligro el proceso ni lo / impacientan.

Con un tono diferente, enfocando lo matemático, lo físico y lo psicológico, William Guaregua, nos habla de la distancia en el poema del mismo nombre:

Mi concepto de distancia / se había formado entre cálculos trigonométricos / mediciones infinitesimales e interpolaciones / e inclusive / había llegado a comprender los años luz / y otras unidades astronómicas / pero hoy / cuando recorro esta vía interminable / en cada segmento aparece tu recuerdo / Ahora sé que la distancia / también está hecha de saudade / de melancolía / de fragmentos de la memoria / y de estas enormes ganas de desandar el viaje / retroceder el tiempo / y volver a encontrarte / entre los bifurcados senderos de nuestras vidas.

En un contexto sorprendente, la fabulación matemática ha alcanzado límites incomparables en el poemario *El círculo de los 3 soles* de Rafael José Muñoz, en el cual la mayoría de los poemas contienen referencias a números que se combinan con el ritmo de las palabras y la estructura de las frases. Desde el comienzo del poemario aparecen sucesiones de números ascendentes, descendentes o arbitrarios que simulan, a veces, sistemas multinarios o arquetipos

de series finitas, o infinitas sin patrones de convergencia o límites precisos.

El año 00000000000000000000 ¼ de millonésima del día anterior al 25 de junio de 1928, Rafmuñ se internaba por una cañada cuya superficie –00000000000000000005 centímetros de largo por 90000000000000000000 trillones de ancho (metros cúbicos a tonelada métrica de 25 billones de kilómetro)– permitía que habitaran los seres más diversos: 978654321234567898765432123456789897 654321234567898765432123456789876543212345678987 654321234567898765 de hombres y mujeres; novecientos ochenta y siete mil trescientos ochenta y siete mil trescientos cuarenta y cinco trillones tres mil cuatrocientos veinte billones, setecientos millones de nonillones de animales: caballos, yeguas, asnos, gatos, ratones y 000000000000000001 tonelada de millones de trillones de pájaros, multiplicado por 100 gammas lineales de sustancias carbonosas a diez el quintal menos 55 kilos ... / Es la plus de Jules Bloch et la 242, 246, / 258, 320, 516, 1.025, 8.010, 870 / ... / 1... 2, más el ulo de la potencia /

1 2 3 4 5 6 7 8 9
 0 0 0 0 0 0 0 0
 9 8 7 6 5 4 3 2 1 ...

Más allá de expresiones numéricas puras, como éstas, Muñoz forma esquemas algebraicos y construye ecuaciones extrañas, pero susceptibles de interpretación en el terreno figurado...

(oh3) (“Inde (OH3)”)

B 13 más H 1:

P 164

3HF Z2F 3H 2Z 5F

Y + E = D

1 – 2 = 3

Son también sus teorías de las dimensiones / su famoso cuadro: 0 = 1

explicado así:

$EX - 3 + 13 = 48$ al cuadrado $+ 7 = 3X - 9$ a la 4

Reunido en 5 /

O sea : $PN + 27 + 38$ elevado al cubo del cilindro.....

Indistintamente, se interna en las visiones del cálculo vectorial, tensorial y geometría, es decir, en un mundo de puntos, planos, líneas y figuras geométricas con dirección, magnitud y sentido, en tres o más dimensiones vertidas en matrices numéricas... Rafmuñ dijo: si estos componentes vectoriales son sacudidos así por un viento que debe partir...Razón por la cual el Gran Almirante no quiso llegar hasta la tierra que le anunciaban los tensores, sino que se quedó con el olor,...

Las gotas de la lluvia aquel día, cuya distancia recuerdo como quien dibuja mil paralelogramos en el raquis de una hoja,...

Súbito, en el aire, aparecieron unos rectángulos / y aparecieron unos hectaedroides...

/ ve si es de la antigüedad por su conchita romboide

El reloj se llamaba Dodecaedro / en él dormía bellamente el indio Manco Cápac...

Y me quedé solo, yo, solo en mi Círculo donde no caben 2.

Continuando con otras facetas de la matemática, diversos problemas, imposibles o difíciles de resolver han seducido a muchos personajes de la historia, matemáticos, novelistas, poetas, filósofos, pintores, como la cuadratura del círculo, la trisección del ángulo, la duplicación del cubo, la división de la circunferencia en un número cualquiera de partes iguales, cuadrados mágicos, arreglos diabólicos, hipercubos, la noción del transfinito, el último teorema de Fermat o la conjetura de Shimura-Taniyama.

De estos problemas, la cuadratura del círculo y el último teorema de Fermat son los que han despertado el mayor interés por diferentes pensadores. La cuadratura del círculo es un problema muy antiguo, según el cual es imposible construir, con regla y compás, un cuadrado de igual área que la de un círculo cualquiera. El geómetra Dinástrato, encontró que empleando la cuadratriz, una

curva atribuida a Hypias, era posible resolver la cuadratura del círculo, pero era imposible hacerlo con regla y compás. Al respecto, Joyce comenta en *Ulises*: “¿Por qué no elaboró esos cálculos hasta un resultado más preciso? Porque unos años antes en 1886 cuando se ocupaba de la cuadratura del círculo, había llegado a saber de la existencia de un número calculado hasta un grado relativo de exactitud como de tal magnitud y de tantas cifras...”

El último teorema de Fermat, resuelto recientemente por Andrew Wiles, mantuvo intrigados a los matemáticos por más de trescientos años, desde que Fermat lo propuso en el siglo XVI. El teorema afirma que la ecuación $X^n + Y^n = Z^n$, más, Y^n elevada a la potencia n , igual a Z^n elevada a la potencia n , no tiene soluciones en números enteros, salvo que n sea igual a dos. Según Simon Singh: “la historia del último teorema de Fermat está inextricablemente vinculada con la historia de las matemáticas. Toca todos los temas centrales de la teoría de los números... El último teorema está en el vórtice de una apasionante saga de coraje, intrigas, astucia y tragedia que involucró a todos los grandes héroes de las matemáticas”.

Similarmente, la regla áurea o la proporción divina, atribuida a los griegos, ha sido empleada en la arquitectura, escultura, poesía y música, como una medida de la belleza matemática: “Para que un todo, dividido en dos partes desiguales parezca hermoso desde el punto de vista de la forma, debe presentar entre la parte menor y la parte mayor la misma relación que entre ésta y el todo...” Al respecto, en una conversación, Luis Alberto Angulo, comentó que algunos poemas de Gelindo Casasola y otros poetas están estructurados según la concepción áurea. Efectivamente, los poemas “Bebedores de agua”, “Escaladores” y “Bajas montañas” de *Argonáutica* tienden a cumplir la proporción áurea.

A propósito, Mujica, en “Arte puro” recorre la proporción áurea, Fermat, los bucles, cuerdas, la poesía y la matemática.

La inutilidad en la delectación. / La más profunda mirada
/ en nadas ordenadas. / La relación áurea en las puertas.
/ El alma griega en las líneas. / Vieja sensibilidad en un

mundo blanco. / Hojas de verde seco y límites. / Ojos de Fermat, lemniscatas, bucles. / Universo laplaciano de Lao Tse. / series infinitas como labios / en un papel de cartas. Poesía / clara de matemáticas. / Libros de matemática, desde siempre, / en una calle de piedra, en una luz fuerte. /

Volviendo de nuevo con el *El círculo de los 3 soles*, Muñoz, asocia la cuadratura del círculo con la muerte, y asoma las connotaciones mágicas y cabalísticas de los números 1, 3, 7, 9, 13...:

Yo me voy a morir, lo sé bien, / lo sé porque hoy el círculo ha cuadrado / hacia extremidades insospechadas, / vestidas de lápiz negro / Yo me voy a morir, busca el volumen 1, /...

Tengo un deseo extraño de ser tres: / Onu ne aicnese y onirt ne anosrep / Tengo ganas de quedarme así; / Uno en esencia trino en persona...

Allí, entre las sombras, un hombre blanco / se escurrió tras el espejo, dejó un 3 / gamado con luces fantásticas, dejó un 7 /...Invocó al ánima de Taguapire / y le puso 13 velinas y se fue a reposar entre los burros...

donde una poncha puso tres huevos ayer, / tres huevos con siete signos marrón vino...

Y es que llueve sobre la colina / donde el Cristofué dijo que eran 3 /...Les responden desde lejos los 9 ojos. / ...Bambalinas, y las palmeras de los 7 espejos. /...

Te veo entre 5 velas, / diaposando el elixir de la luna. /... Te veo, oh, Mandala, / oh, tú, la de los cuatro ríos; /... las dos hormigas negras evangelistas del Círculo. /...y espérame a las 12 con la quod talia tonant. /...Distillationibus del 485 de Kabiras. / Oh, Mandala de los 10 cero...

Las campanas del tiempo / en la piedra de las matemáticas, / daban sesenta y nueve toques místicos / que representaban sesenta y nueve símbolos geométricos /... el número 3 25 kobras... como un motor colgando del

cielo/... y 17 sacerdotes oficiaban una misa / donde 10 gallos negros cantaban un viridium /...y aparecían Dame tus raíces, el fóliolo de las Siete Hojas, / el de la visión dorada, el que introduce en la Sala/ donde los Siete Jeroglíficos se introducen...

Más el 99 de ofichi en el fondo de la muralla. / Es decir: espejo triangular de Cigni a 100 cien...

Este 7 puedo convertirlo, por arte de la alquimia, en una espuela de gallo. Este 3 puedo transformarlo en las más grandes fortunas del mundo y ellas serán pequeñas. Pero este 1, ay, este 1 maravilloso es: si se multiplica por él mismo, deja de ser, se pierde en infinito y vuelve tanto a ser 1 que pasa a convertirse en cero. Este cero es el cero soñador de sol caballo tortuga arrendajo sol. R.J.M. sol. Uno. Cero. Sol...

Aquí están los siete gatos de ojos de esmeralda, / los siete ríos de Air-Va-Ha /

Y la piedra con el espejo encantado / y el Círculo de los 3 Soles.

Contemplando otro ángulo de las matemáticas, observamos como esta disciplina está relacionada con el desarrollo de la cibernética y los computadores, cuya historia comienza a mediados del siglo XVII, cuando Pascal fabrica la primera calculadora mecánica. De allí en adelante los trabajos de Leibniz, Babbage, Boole, Turing, Zuse, Hollerith, Weiner, Von Neuman y Aiken entre otros, condujeron a la fabricación de la primera computadora moderna, MARK I, construida durante la segunda guerra mundial, con propósitos militares, fundamentalmente, empleándose para diseñar y calcular las primeras bombas atómicas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki. Después de la guerra, los avances de la electrónica e ingeniería abrieron la ruta a un impresionante progreso de los computadores, que ha conducido a la masificación de los computadores personales, a la globalización de la cibernética a través de la llamada “autopista de la información” y a un impredecible desarrollo de la inteligencia artificial. Esta supremacía de la computación en las actividades humanas ha generado diferentes reacciones entre los pensadores y artistas.

Por un lado, las máquinas cibernéticas han ampliado las posibilidades del hombre para captar nuevos horizontes, como ha ocurrido con las revelaciones encontradas en la geometría fractal de los sistemas caóticos, donde se manifiestan esquemas pictóricos, hermosos y complejos, como el conjunto de Mandelbrot, el conjunto de Julia, el atractor de Lorenz, la curva de Koch, el conjunto de Cantor y otros. Tales manifestaciones del arte matemático develan el orden oculto detrás del caos, o la antientropía, la cual se manifiesta dialécticamente en el devenir del proceso. Estas obras constituyen un arte cibernético, informático, generado con la ayuda del computador y algoritmos matemáticos que inducen la secuencia del proceso. Potencialmente, la extensión de estas ideas a la creación literaria, vaticinan la posibilidad de generar literatura cibernética, cuentos, novelas, poemas, activando series fractales y ecuaciones con el computador, como los poemas holográficos de Eduardo Kac, o los poemas semióticos de Wladimir Dias-Pino, José de Arimthea y otros, en los cuales, las palabras son sustituidas por signos o figuras geométricas, y el sentido de la poesía es gobernado por un algoritmo simbólico como una flecha lanzada al infinito.

Por otra parte, el avasallamiento de la informática y la manipulación cibernética del arte, ha levantado voces de protesta como la de Paul Virilio en el “Procedimiento silencio”, donde denuncia la arremetida de una “bomba informática” contra el pensamiento libre del hombre: “Después de la primera bomba, la bomba atómica, capaz de desintegrar la materia por la energía de la radiactividad, surge la segunda bomba, la bomba informática, capaz de desintegrar las naciones por la interactividad de la información”, cuyas consecuencias serán la matematización, alteración del orden temporal, destrucción del espacio personal, globalización, unificación y unidimensionalización del pensamiento humano. Además, el espacio se ha llenado de basura electromagnética e informática, de ondas y corpúsculos nocivos, de mensajes alienantes que penetran todos los rincones del planeta causando un cáncer social y biológico que amenaza la estabilidad planetaria.

También, ante la posibilidad, remota, de un desarrollo extraordinario de la inteligencia artificial, los escritores de ciencia ficción han creado relatos, alertando sobre la eventualidad de una

dominación planetaria por máquinas pensantes, como ocurre en la obra de ciencia ficción, *2001. Una odisea del espacio*, de Arthur Clarke, donde un computador HAL 9000, con inteligencia y sentimientos similares a los humanos, se rebela, dominando a la tripulación de la nave que los lleva a Júpiter y más allá de las fronteras del sistema solar.

De manera similar, la inteligencia artificial y los modelos numéricos de la realidad han conducido a la creación de mundos virtuales en los cuales la percepción del espacio y el tiempo son alterados por algoritmos que crean una mitología matemática poblada de seres cibernéticos y emociones digitales. Mezclando interacciones luminosas, rayos laser, estructuras de vidrio, sonidos, espejos, hologramas, fuego y extrapolaciones digitales, algunos artistas han intuido mundos inquietantes cargados de sensaciones virtuales donde la vida es un programa calculado por máquinas y códigos informáticos.

Intuyendo otras realidades, los artistas también han explorado con curiosidad la belleza de las revelaciones de la teoría de las cuerdas de los físicos y matemáticos actuales, según la cual, los quarks, electrones, protones, células, galaxias, la gravedad, el electromagnetismo, las fuerzas nucleares y todo lo que existe son manifestaciones de las vibraciones multidimensionales de las infinitas cuerdas de energía que componen el cosmos. Según esta teoría, todo puede reducirse a los diferentes modos de vibración de pequeñas cuerdas oscilando en once posibles dimensiones, como si el inmenso universo, y el ritmo de la vida y la muerte, fuesen el resultado de una música cósmica producida por insólitas cuerdas vibrando al unísono en el fondo estelar de la creación.

CONCLUSIONES

Es admirable encontrarse con estas aproximaciones interdisciplinarias, en las cuales, humanistas y científicos parecen interpretar y percibir simultáneamente la simbología del conocimiento universal. Así, con voz propia, novelistas, poetas, artistas plásticos y científicos, han observado y sentido el universo, coincidiendo, de manera sorprendente, con sus acercamientos y tendencias. En consecuencia, las ideas y planteamientos de las grandes revoluciones del pensamiento científico y humanístico han sido extrapoladas, intuitivas, anticipadas, imitadas, visualizadas, y recreadas, en múltiples enfoques y dimensiones, revelando la totalidad y la diversidad del conocimiento global.

Bajo esta mirada dinámica, la ciencia y el arte muestran una relación dialéctica, luciendo como representaciones complementarias de la realidad, expresadas con símbolos y signos diferentes, que se retroalimentan positivamente en su evolución.

En síntesis, es reconfortante presentir la relatividad en Joyce, Proust, Neruda, Mujica, Muñoz o en un cuadro de Picasso o Dalí, la física del caos en el Macondo de García Márquez, en una narración de Borges, en un poema de Angulo, o en un cuadro de Escher, la síntesis de la geometría en Klee y Mondrian, las teorías de la luz y sus fenómenos en Cezanne, Van Gogh, Veermer, Reverón, Palomares, las conjeturas de la mecánica cuántica en la narrativa de

Borges, Volpi o Rulfo, la geometría no euclídeana en Joyce y en las representaciones cubistas, las matemáticas en Joyce, Borges, Vallejo, Whitman, Guaregua, Mujica, Gutiérrez, Muñoz, la termodinámica en Otero y Borges, la holografía y los rayos láser en Núñez y Kac, las máquinas en Picabia, Tinquely, Aladym y Valera Mora, la permanente vibración del universo y el flujo temporal en los penetrables de Soto o en las creaciones de Cruz-Diez, la incertidumbre cuántica en Beckett, el átomo en Dalí, Vallejo, Neruda, Angulo y Parra, la geometría fractal, los móviles perpetuos y la topología en Escher, la química en Joyce, García Márquez, Vallejo, Rubén Darío, Neruda, Dalter, Belisario, Parra, Muñoz, Mujica y Tijonov, la biología en Palomares, Neruda, Joyce, Whitman, Vallejo, Vera y Huxley, y las estrellas, constelaciones y galaxias en Poe, Joyce, Whitman, Berenguer, Aladym, Montoya, Valera Mora, Ochoa, Muñoz, El Troudi, Cardenal, Miró, Van Gogh, Tamayo y Poyer.

Esta muestra de la creación polifacética de la humanidad bifurca al hombre hacia innumerables senderos de crecimiento espiritual que nos eleva sobre lo terrenal buscando la esencia del universo en palabras, números, formas y ecuaciones entrelazadas.

RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

Personalidades citadas en la obra

- Aladym (1950-2006)
Poeta y pintor venezolano, autor de los poemarios “Avesimia”, “Tierra” y otros trabajos publicados en “Laurel” y periódicos regionales.
- Alan Turing (1912-1954)
Matemático inglés, precursor de la teoría de las modernas máquinas de computación.
- Albert Einstein (1879-1955)
Científico de origen alemán, premio Nóbel de física y creador de la teoría de la relatividad y del campo unificado.
- Aldous Huxley (1894-1963)
Escritor inglés, autor de *Un mundo feliz*, *Ciego en Gaza* y otros libros.
- Alejandro Otero (1921-1990)
Artista cinético venezolano, premio nacional de pintura. Realizó estructuras de metal empleando rotores, aletas y dispositivos variados.
- Alexander Calder (1898-1976)
Escultor estadounidense, creador de móviles que semejan sistemas celestes o modelos atómicos.
- Alfred Sisley (1839-1899)
Pintor impresionista francés
- Alfred Tennyson (1809-1892)
Escritor inglés representante de la poesía de la era victoriana.
- Amanda Berenguer
Poetisa uruguaya, primer premio de poesía del Ministerio de Cultura. Ha publicado *El río*, *Contracanto*, “*Poesías 1949-1979*” y otros poemarios.
- Ana McArthur
Artista estadounidense que trabaja con la holografía y el agua.
- Anatol Zhabotinsky
Científico ruso vinculado con la experimentación de reacciones oscilantes.
- Aristóteles (siglo III a. C.)
Filósofo griego, cuyo pensamiento causó una profunda influencia en el mundo occidental.
- Armando Reverón (1889-1954)

- Pintor venezolano, premio nacional de pintura, autor de numerosos cuadros donde predomina la transparencia de la luz blanca.
- Arnulfo Poyer
Pintor venezolano con tendencias figurativas y abstractas. Autor de *Homenaje a Gelindo Casasola*, *El nido* y otras obras.
 - Arthur Clarke
Escritor inglés, maestro de la ciencia ficción, premio Kalinga. Autor de *2001. Una odisea del espacio* y *La luz de otros días*, entre otras.
 - August Moebius (1790-1868)
Matemático alemán vinculado a la topología.
 - August Muth
Artista estadounidense relacionado con la holografía aplicada a esculturas de vidrio y joyería.
 - Benoit Mandelbrot
Matemático polaco, creador de la geometría fractal.
 - Blaise Pascal (1623-1662)
Matemático y físico francés, autor de varios teoremas de geometría, probabilidades e inventor de la primera calculadora mecánica.
 - Boris Belousov
Científico ruso relacionado con experimentos de reacciones oscilatorias.
 - Bruce Lacey
Artista inglés que manipula escenas con robots desvinculados sugiriendo la alienación cibernética.
 - Camille Pissarro (1830-1903)
Pintor impresionista francés.
 - Carlos Cruz Diez
Artista cinético venezolano, premio nacional de artes plásticas, creador de las “Inducciones cromáticas”, “Fisicromías” y otros trabajos.
 - Carlos Ochoa
Poeta venezolano, autor del poemario *A flor de agua*. Escribe poesía en revistas y periódicos nacionales.
 - César Vallejo (1892-1938)
Poeta peruano de trascendencia universal. Autor de *Poemas humanos*, *Trilce*, *Poemas póstumos*, y otros poemarios.
 - Claude Monet (1840-1926)
Pintor impresionista francés.
 - Cristian Huygens (1629-1695)

- Físico holandés. Propuso la teoría ondulatoria de la luz.
- Charles Babbage (1791-1871)
Matemático inglés, inventor de las máquinas de cálculo programables.
 - Charles Darwin (1809-1882)
Naturalista inglés, autor de la teoría evolucionista publicada en su libro *El origen de las especies*.
 - David Medalla
Pintor, escultor, poeta y bailarín filipino. Emplea diferentes medios en su trabajo artístico, energía, luz, sonido, olores, polvos, movimientos.
 - David Ruelle
Físico belga, dedicado a las matemáticas de la física del caos.
 - Demócrito (siglo V a. C.)
Filósofo griego, creador del atomismo.
 - Dennis Gabor (1900-1979)
Científico húngaro, premio Nóbel, inventor de la holografía.
 - Diego Velásquez (1599-1660)
Pintor español, quien realizó grandes obras como “Las meninas”, “Las hilanderas”, “la fragua de Vulcano”, etc.
 - Dinástrato (Siglo III a. C.)
Matemático griego, discípulo de Platón, trató de resolver la cuadratura del círculo.
 - Edgar Allan Poe (1809-1849)
Escritor estadounidense, autor de *El cuervo*, *Eureka* y otras obras.
 - Edgar Degas (1834-1880)
Pintor impresionista francés.
 - Edouard Manet (1832-1883)
Pintor impresionista francés.
 - Eduardo Dalter
Escritor argentino. Ha publicado los poemarios *Aviso de empleo*, *Las espinas de pescado*, *Silbas y Hojas de sábila*.
 - Eduardo Kac
Escritor brasileño, creador de los holopoemas, una versión digital de la poesía holográfica.
 - Edward Lorenz
Meteorólogo estadounidense, pionero de la física del caos.
 - Edwin Hubble (1889-1953)

- Astrónomo estadounidense que detectó la expansión del universo en 1929.
- Elena Vera
Poetisa venezolana, premio V bienal literaria José Antonio Ramos Sucre, autora de *Celacanto*.
 - Enrique Mujica
Poeta venezolano, premio de las bienales José Rafael Pocaterra y Mariano Picón Salas. Ha publicado 10 poemarios y *Obra poética 1970-2000*.
 - Epicuro (siglo II a. C.)
Filósofo griego. Pensó que el tiempo y el espacio estaban interconectados.
 - Ernest Meissonier (1815-1891) Pintor francés, quien, según Dalí, pintó obras donde se muestra la continuidad del espacio y el tiempo.
 - Ernest Rutherford (1871-1937)
Físico inglés, premio Nobel. Iniciador de las transmutaciones atómicas, creó el modelo planetario del átomo.
 - Ernesto Cardenal (1925)
Sacerdote, político y escritor nicaragüense, autor de numerosos trabajos, entre otros, *Canto cósmico*, *Salmos* y *Epigrama*.
 - Erwin Schrodinger (1887-1961)
Físico austríaco, premio Nobel, uno de los creadores de la mecánica cuántica.
 - Euclides (siglo III a. C.)
Matemático griego, autor del tratado de geometría *Los elementos*.
 - Evariste Galois (1811-1832)
Matemático francés, precursor de la teoría de grupos y de las técnicas de solución de ecuaciones polinómicas.
 - Felix Klein (1849-1925)
Matemático alemán, creador de una versión de la geometría no euclideana.
 - Federico Nietzsche (1844- 1900)
Filósofo alemán, divulgador de la filosofía del superhombre. Autor de *Así hablaba Zaratustra* y otros trabajos.
 - Filippo Marinetti (1866-1891)
Poeta y pintor italiano, líder del movimiento futurista.
 - Francisco Goya (1746-1828)
Pintor español, precursor de la pintura moderna. Pintó “Las majas”, “Los fusilamientos del 3 de mayo”, etc.
 - Francis Picabia (1879-1953)

Pintor francés que perteneció a varios movimientos como el dadaísmo donde visualizó sus famosas máquinas y antimáquinas.

- Fulcanelli
Alquimista, autor de *Las moradas filosofales* y *El misterio de las catedrales*.
- Gabriel García Márquez
Escritor colombiano, premio Nóbel, autor de *Cien años de soledad*, *El coronel no tiene quien le escriba*, *Amor en tiempos de cólera*, etc.
- Galileo Galilei (1564-1642)
Físico y matemático italiano, uno de los creadores del método experimental.
- Gastón Baquero (1918-1997)
Poeta cubano, formó parte del grupo Orígenes y publicó *Poemas invisibles*, *Magias e invenciones* y *Memorial de un testigo*.
- Gastón Julia (1893-1978)
Matemático argelino, creador de la curva de Julia, ampliamente conocida en el ámbito de la geometría fractal.
- Gelindo Casasola (1956-1980)
Poeta ítalo-venezolano. Publicó *Pasturas*, *El bonguero apasionado* y otros poemas. El poemario "Argonáutica" fue publicado póstumamente.
- Georges Braque (1882-1963)
Pintor francés, ligado al movimiento cubista.
- Georg Cantor (1845-1918)
Matemático ruso, creador de la teoría de conjuntos y de la escala de los números infinitos.
- Georg Riemann (1826-1866)
Matemático alemán, uno de los creadores de la geometría no euclidea.
- George Boole (1815-1864)
Matemático inglés, creador del álgebra de Boole, aplicable a la lógica de las calculadoras modernas.
- George Stephenson (1781-1848)
Ingeniero inglés, inventor del ferrocarril.
- Gottfried Von Leibniz (1646-1716)
Matemático y filósofo alemán, participó en la creación del cálculo diferencial e integral y construyó una calculadora manual.

- Harmenszoon Rembrandt (1606-1669)
Pintor holandés, maestro de la luz y el claro-oscuro. “Lección de anatomía” y “El samaritano” son algunas de sus obras.
- Henry Poincare (1854-1912)
Matemático francés, pionero de la topología algebraica y estudios vinculados con el caos.
- Helge Von Koch (1870-1924)
Matemático suizo, creador de la curva de Koch empleada en la geometría fractal.
- Herbert Wells (1866-1946)
Escritor inglés vinculado a la ciencia ficción. Entre otras obras, escribió *La máquina del tiempo* y *El hombre invisible*.
- Herman Hollerith (1860-1929)
Estadounidense, inventor de una máquina tabuladora con tarjetas perforadas. Fundador de la IBM.
- Hermann Helmholtz (1821-1894)
Físico alemán dedicado a la termodinámica, óptica, acústica, electricidad y calor. Uno de los creadores de la primera ley de la termodinámica.
- Hermann Minkovsky (1864-1909)
Matemático ruso involucrado con la teoría de las cuatro dimensiones y la relatividad.
- Howard Aiken (1900-1973)
Ingeniero estadounidense, participó en el desarrollo de la computadora Mark I y contribuyó al fortalecimiento de la ciencia de la computación.
- Hugh Everett (1930-1982)
Científico estadounidense que propuso la teoría cuántica de múltiples universos.
- Hypias (siglo III a. C.)
Matemático griego, intentó resolver la trisección del ángulo con la cuadratriz.
- Ian Wilmut
Científico escocés que dirigió la clonación de la oveja Dolly
- Ilya Prigogine (1917-2003)
Científico ruso, premio Nobel, estudioso de la termodinámica de los procesos irreversibles.

- Isaac Newton (1642-1727)
Físico y matemático inglés, uno de los creadores del cálculo diferencial e integral. Propuso la teoría corpuscular de la luz y la ley de gravitación.
- James Gleick
Escritor estadounidense, autor del libro *Caos, la creación de una ciencia*.
- James Joule (1818-1889)
Físico inglés. Determinó el equivalente mecánico del calor y participó en la formulación de la primera ley de la termodinámica.
- James Joyce (1882-1941)
Escritor irlandés, autor de *Ulises*, una obra magistral de la literatura universal.
- James Maxwell
Físico escocés, estudioso del electromagnetismo y las teorías de la luz.
- James Pollock (1912-1956)
Pintor estadounidense representante del expresionismo abstracto y de la llamada “pintura de acción”.
- Janos Bolyai (1802-1860)
Matemático húngaro, autor de una versión de la geometría no euclidea.
- Jean Bailey
Artista inglesa vinculada al arte holográfico.
- Jean Tinguely (1925-1991)
Artista plástico suizo, representante del cinetismo y otras tendencias del arte contemporáneo.
- Jesús Soto (1923-2005)
Artista plástico venezolano, reconocido como uno de los más notables representantes del arte cinético mundial.
- Joan Miró (1893-1983)
Pintor español, llamado “el pintor de las estrellas”, ocupa un lugar resal- tante con sus figuras saltarinas, alegres y abstractas.
- Johann Vermeer (1632-1675)
Pintor holandés, maestro de los efectos de la luz y del claro-oscuro.
- John Dalton (1766-1844)
Físico y químico inglés, creador de la teoría atómica.
- John Keely (1827-1898)
Tecnólogo estadounidense, a quien se le atribuye la construcción de un móvil perpetuo con efectos gravitatorios y sonido.

- John von Neuman (1903-1957)
Matemático húngaro, propuso las bases para las computadoras de cintas magnéticas.
- Jorge Luis Borges (1899-1986)
Notable escritor argentino, Premio Cervantes, autor de *Ficciones*, *El Aleph*, *Historia de la eternidad* y numerosos cuentos y poemas.
- Jorge Volpi
Escritor mejicano. Ha publicado varias novelas y ensayos, premio Seix Barral 1999 (Biblioteca Breve) . Autor de *En busca de Klingsor*.
- José Balza
Escritor venezolano, premio nacional de literatura, quien ha publicado *Media noche en video 1/5*, *Marzo anterior*, *Después Caracas*, etc.
- José de Arimthea
Poeta brasileño inclinado a la poesía semiótica.
- Joseph Thomson (1856-1940)
Físico inglés, premio Nobel, descubridor del electrón.
- Juan Gris (1887-1927)
Pintor español perteneciente al cubismo.
- Juan Rulfo (1917-1986)
Escritor mexicano, autor de *El Llano en llamas* y *Pedro Páramo*.
- Julius Meyer (1814-1878)
Médico alemán relacionado con los desarrollos que condujeron a la formulación de la primera ley de la termodinámica.
- Juvenal Ravelo
Artista plástico venezolano vinculado al cinetismo. Ha realizado exposiciones en Venezuela y Francia.
- Karl Gauss (1777-1855)
Matemático alemán, uno de los autores de la geometría no euclideana.
- Kasimir Malevitch (1878-1935)
Pintor ruso, creador del suprematismo y precursor del minimalismo.
- Karl Linneo (1707-1778)
Naturalista sueco, precursor de la taxonomía biológica.
- Keith Campbell
Científica escocesa que participó en la clonación de la oveja Dolly.
- Kurt Godel (1906-1978)
Matemático austro-húngaro, experto en Lógica Matemática y teoría de los Números, autor de la *Teoría de la Completitud de los Sistemas Formales*.

- Leucipo (siglo III a. C.)
Filósofo griego, quien, junto a Demócrito, concibió la teoría atomística de la materia.
- Louis de Broglie (1892-1987)
Físico francés, premio Nobel, descubridor de la dualidad onda-partícula.
- Luis Alberto Angulo
Poeta venezolano, premio Bional Lazo Martí. Ha publicado los poemarios *Antología de la casa sola*, *Antípodas*, *Fusión poética* y *Fractal*.
- Luis Belisario
Poeta venezolano, cuya poesía está dispersa en revistas y periódicos nacionales.
- Marcel Proust (1871-1922)
Escritor francés, autor de *En busca del tiempo perdido*, obra maestra de la literatura universal.
- Mark Tobey (1890-1976)
Pintor estadounidense ligado al arte abstracto y a la tipología de la caligrafía oriental.
- Maurits Escher (1898-1972)
Pintor holandés, cuyas obras muestran sorprendentes aspectos de la realidad, como las litografías *La relatividad*, *Tres mundos*, *Día y noche*, etc.
- Max Planck (1858-1947)
Físico alemán, premio Nobel, uno de los creadores de la mecánica cuántica.
- Nicanor Parra
Poeta chileno, premio nacional de literatura. Autor de los poemarios *Poemas y antipoemas*, *Cancionero sin nombre*, *Obra gruesa*, y otros.
- Niels Bohr (1885-1962)
Físico danés, premio Nobel, vinculado a los desarrollos del átomo y la mecánica cuántica.
- Nikola Tesla (1856-1943)
Científico croata, pionero de la corriente alterna, autor de varios inventos electromagnéticos, incluyendo un posible móvil perpetuo.
- Nikolai Lobachevsky (1793-1856)
Matemático ruso, autor de la versión hiperbólica de la geometría no euclídeana.

- Nikolai Tijonov (1896-1979)
Poeta ruso, premio Lenin, premio Nehru. Escribió *La borda y cerveza casera*, *Nosotros mismos*, *Seis columnas* y otros poemas.
- Noam Chomsky
Lingüista estadounidense, autor de la gramática generativa.
- Norbert Weiner (1894-1964)
Matemático estadounidense, sentó las bases de la cibernética moderna en su libro “Cybernetics”.
- Orffyreus (siglo XVIII)
Pseudónimo del alemán Johann Ernst Bessler, a quien se le atribuye la creación de un móvil perpetuo.
- Oscar Gutiérrez
Pintor merideño, quien ha expuesto en diferentes galerías nacionales e internacionales.
- Pablo Neruda (1904-1973)
Poeta chileno, premio Nobel. Autor de *Veinte poemas de amor y una canción desesperada*, *Residencia en la Tierra*, *Odas elementales*, etc.
- Pablo Picasso (1861-1973)
Gran pintor español, iniciador del cubismo, uno de los movimientos pictóricos más influyentes del siglo XX.
- Paul Cezanne (1839-1906)
Pintor impresionista francés, autor de paisajes, bodegones, y retratos.
- Paul Dirac (1902-1984)
Matemático inglés, premio Nóbel, creador del álgebra cuántica.
- Paul Gauguin (1848-1903)
Pintor postimpresionista francés.
- Paul Klee (1879-1940)
Pintor suizo comprometido con el expresionismo abstracto. Combinó líneas y colores con alusiones a sueños, música y poesía.
- Paul Virilio
Escritor francés, crítico de la modernidad, la máquina, la guerra, el arte, la bomba informática, la alienación, la ciencia, la velocidad, la estética, etc.
- Pierre Renoir (1841-1919)
Pintor francés, uno de los maestros del impresionismo, que pintó numerosos cuadros, entre ellos “Navegando por el Sena”.

- Piet Mondrian (1872-1944)
Pintor holandés, orientado al abstraccionismo geométrico, cuya concepción ha influenciado la pintura y arquitectura moderna.
- Pierre Fermat (1601-1665)
Matemático francés, estudioso de las probabilidades y autor de un famoso teorema que lleva su nombre.
- Pol Bury
Pintor belga, exploró el surrealismo y otros movimientos. En trabajos recientes emplea electricidad, luces y magnetos.
- Rafael José Muñoz (1928-1968)
Poeta venezolano, autor de *El círculo de los 3 soles* y otros poemarios.
- Rafael Calderón
Profesor venezolano, dedicado a la enseñanza en el área humanística y social.
- Ramón Palomares
Poeta venezolano, premio nacional de literatura y Doctor Honoris Causa de la ULA. Autor de *El reino*, *Paisano*, *Alegres provincias* y otras obras.
- Richard Feynman (1918-1988)
Físico estadounidense, premio Nobel, creador de la teoría de múltiples historias y otros estudios sobre la mecánica cuántica.
- Robert Fulton (1765-1815)
Ingeniero inglés, inventor de la máquina de vapor.
- Roldán Montoya
Poeta venezolano, publicó el poemario *Luna Toli, Al Re* y es uno de los creadores de la revista *Laurel*.
- Rubén Darío (1867-1916)
Poeta nicaragüense, autor de *Azul*, *Prosas profanas* y *Cantos de vida y esperanza*.
- Rubén Núñez
Artista plástico venezolano, pionero de la holografía y creador de la holocinética.
- Rudolph Clausius (1822-1888)
Científico alemán, creador del concepto de entropía y uno de los autores de la segunda ley de la termodinámica.
- Rufino Tamayo (1898- 1991)

- Pintor mexicano, premio nacional de artes y premio II bienal de Sao Paulo. Autor de “La gran galaxia” y del mural “El hombre”, entre otras obras.
- Sadi Carnot (1766-1832)
Físico francés, creador del ciclo de Carnot y uno de los fundadores de la termodinámica.
 - Samuel Beckett (1906-1989)
Escritor irlandés, premio Nobel. *Esperando a Godot* y *Malone muere* son algunas de sus obras caracterizadas como literatura del absurdo.
 - Salvador Dalí (1904-1989)
Pintor español con tendencias surrealistas. Algunas de sus obras son: “La persistencia de la memoria”, “Uranio melancólico”, “Galatea de las esferas”.
 - Seamus Heaney
Poeta irlandés, premio Nobel, autor de *Norte*, *Puerta de las tinieblas*, *Huyendo del invierno*, etc.
 - Thomas Huxley (1825-1895)
Biólogo inglés, ardiente defensor de la teoría evolucionista de Darwin.
 - Thomas Newcomen (1663-1729)
Mecánico inglés, constructor de las primeras máquinas de vapor.
 - Thomas Savery (1650-1715)
Ingeniero inglés, inventor de una de las primeras máquinas de vapor.
 - Thomas Young (1773-1829)
Científico inglés estudioso de la teoría ondulatoria de la luz.
 - Uasim El Troudi
Poeta venezolano, premio municipal de literatura de Barinas. Entre otros, ha publicado el poemario *El árbol de la fruta madura*.
 - Victor Schaubberger (1885-1958)
Ingeniero austríaco, creador de un posible móvil perpetuo vinculado con la hidrodinámica del agua.
 - Victor Valera Mora (1938-1984)
Poeta venezolano, cuya poesía tiene un contenido de protesta social. Entre otras obras, publicó “Amanecí de bala”.
 - Víctor Vassarely (1906-1997)
Artista plástico húngaro, pionero del cinetismo.
 - Vincent Van Gogh (1853-1890)
Notable pintor holandés, maestro de la pintura postimpresionista.

- Walt Whitman (1819-1892)
Poeta estadounidense, autor de un trascendental poemario, *Hojas de hierba*.
- Wassily Kandinsky (1866-1944)
Pintor ruso. Uno de los creadores de la pintura abstracta inspirado en el color y la música.
- Werner Heisenberg (1901-1976)
Físico alemán, premio Nobel, creador de la formulación matricial de la mecánica cuántica y del principio de incertidumbre que lleva su nombre.
- William Guaregua
Narrador y poeta venezolano. Ha publicado *Solo piel intensa*, *Cotidianas* y *De tanto andar solitario*.
- Wlademir Dias-Pino
Poeta brasileño relacionado con la poesía semiótica y poemas sin palabras, con pautas geométricas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aladym. (2000). *Tierra*. Mérida, Venezuela: Instituto Merideño de Cultura, IMC.
- Ambjorn, J., Jurkiewicz, J. y Loll, R. (2004). *Emergence of a 4D World from Causal Quantum Gravity*, *Phys. Rev. Lett.* 93.131301
- Angulo, L. A. (1981). *Antología de la casa sola*. Caracas: Fundarte.
- _____. (2005). *La sombra de una mano. Fractal*. Caracas: Monte Ávila Editores.
- Balza, J. (1977). *Alejandro Otero*. Caracas: Ernesto Armitano Editor.
- Baquero, G. (2003). *Cuerpo secreto de la rosa*. Cuba: Ediciones Holguín.
- Belandria, J. I. (2002). Ulises: La relatividad y la visión científica de Joyce, *Revista Nacional de Cultura*, Año LXIV, No 324, Caracas.
- _____. (2002). El jardín de senderos que se bifurcan: Borges, la mecánica cuántica y la física del caos. *Revista Nacional de Cultura*, Año LXIII, No 321, Caracas.
- _____. (2003). Cien años de soledad. Alquimia. Ciencia y Gabriel García Márquez. *Revista Nacional de Cultura*. Año LXV. Caracas.
- _____. (2006). *La piedra filosofal y el espejo cuántico*. En prensa. Mérida.
- _____. (2006). *Relatos cuánticos*. En prensa. Mérida.
- Borrás, A. (1995). *Energía libre*. Madrid: Ediciones Contrastes, S.A.
- Borges, J. L. (1975). *Historia de la eternidad*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- _____. (2000). *Ficciones*. España: Planeta de Agostini S.A.
- Bosquet, A. (1969). *Conversations with Dalí*. New York: E. P. Dutton Co., Inc.
- Calzadilla, J. (1975). La vanguardia en los años sesenta, *Zona Tórrida* No 6, Universidad de Carabobo.
- Cardenal, E. (1989). *Canto Cósmico*. Managua: Editorial Nueva Nicaragua.
- Casasola, G. (1998). *Argonáutica*. Valencia: Fondo Editorial Piedemonte.
- Conversaciones con Luis Alberto Angulo, Mérida, 2002.

- Conversaciones con Rafael Calderón, Mérida, 1991.
- Conversaciones con Ramón Palomares, Mérida, 2003.
- Cutts, J. y Smith, J. (2001). *Essential Van Gogh*. UK: Parragon Publishing. UK.
- Dalter, E. (2002). *Revista Nacional de Cultura*, Año LXVI / No 324. Caracas.
- Darío, R. (2001). *Poesías completas*. Barcelona: RBA Coleccionables S.A.
- Eddington, A. S. (1923). *The Mathematical Theory of Relativity*. Cambridge: Cambridge University press.
- El Troudi W. (2000). *El árbol de la fruta madura*. Barinas: Asociación de Escritores del Estado Barinas.
- García Márquez, G. (2002). *Cien años de soledad*. Editorial Seix Barral S.A.
- Garrido, A. (1988). *No bablemos de Dios: Conversaciones con Jesús Soto*. Mérida: Editorial Venezolana C.A.
- Gleick, J. (1988). *Caos*. Barcelona: Seix Barral SA.
- Guaregua, W. (2001). *Revista Nacional de Cultura*, Año LXII, No 317, Caracas.
- <http://www.chilepoesia.uchile.cl/berenguerpoema3.html>
- <http://www.eluniversal.com/verbigracia/memorial/N75/contenido03.htm>
- <http://www.ekac.org/holofrag.html>
- <http://www.epdlp.com/mondrian.html>
- <http://www.uv.es/busos/escher/escher.html>
- http://www.geocities.com/benjaminagarcia_cl/beckett/beckett.html
- <http://www.mipunto.com/temas/2dotrimestre02/reveron.html>
- <http://www.lemniscata.topcities.com/tamayo-p2.html>
- <http://www.tamu.edu/mocl/picasso/>
- Joyce, J. (1958). *Ulysses*. London: The Bodley Head LTD.
- Huxley, A. (1980). *Un mundo feliz*. España: Editores Plaza y Janés.
- Mande, F. (1992). *Quantum Mechanics*. New York: John Wiley and Sons.
- Medalla, D. (1975). Reflexiones sobre mi arte. *Zona Tórrida* 7/8, Universidad de Carabobo.
- Miró, J. (1998). *El pintor de las estrellas*. Barcelona: Ediciones B, S.A.
- Montoya, R. (1985). *Luna Tolí*. Valencia: Dirección de Cultura del estado Carabobo.

- Mujica, E. (2001). *Obra poética 1970-2000*. Valencia: Universidad de Carabobo.
- Muñoz, J. R. (1981). *Obra poética (Selección "Dentro del círculo de los 3 soles")*. Caracas: Ediciones Centauro.
- Neruda, P. (1962). *Memorias*. Buenos Aires: Editorial Losada S.A.
- _____. (1962). *Residencia en la Tierra*. Buenos Aires: Editorial Losada S.A.
- Ochoa, C. A. (1976). *A flor de agua*. Valencia: Escuela de Educación, Universidad de Carabobo.
- Palomares, R. (1997). *Lobos y balcones*. Caracas: Editorial Ex Libris.
- _____. (2001). *El reino*. Caracas: Monte Ávila Editores.
- Parra, N. (1988). *Poemas y antipoemas*. Madrid: Editorial Cátedra.
- Pirani, F. (1999). *El impresionismo y los inicios de la pintura moderna*. Barcelona: Editorial Planeta de Agostini S.A.
- Poyer, A. (2000). *Homenaje a Gelindo Casasola*. Colección privada, Mérida.
- Proust, M. (1985). *En busca del tiempo perdido*. Madrid. Alianza Editorial.
- Rodman, S. (1961). *Conversations with Artists*. New York: Capricorn Books.
- Rossenfeld, B. A. (1988). *A History of Non Euclidean Geometry*, New York: Springer Verlag.
- Rulfo, J. (1970). *Pedro Páramo*. Colombia: Editorial Vecol.
- Sagan, C. (1978). *La conexión cósmica*. Barcelona: Ediciones Orbis, S.A.
- Singh, S. *El último teorema de Fermat*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma S.A.
- Tahan, M. (1981). *El hombre que calculaba*. Costa Rica: Ediciones Arneo.
- Tjonov N. (1979). *Literatura Soviética*. Unión de Escritores de la Unión Soviética.
- Valera M., V. (1971). *Amanecí de bala*. Maracaibo: Editorial Cabimas.
- Vallejo, C. (2002). *Antología poética*. Espasa: Editorial Espasa S. A.
- Vera, E. (1980). *El celacanto*. Cumaná: Universidad de Oriente.
- Virilio, P. (2001). *El procedimiento silencio*. Buenos Aires: Editorial Paidós SAICF.
- Volpi, J. (2001). *En busca de Klingsor*. Barcelona: Editorial Seix Barral.
- Whitman, W. (1969). *Hojas de hierba*. Barcelona: Editorial Lumen.

ÍNDICE DE AUTORES

Aiken, H., 109, 120
Aladym, 16, 28, 73, 103, 114, 115
Angulo, L. A., 36, 62, 107, 114, 123
Aristóteles, 11, 115
Arimthea, J., 110, 122
Babbage, 109, 117
Bailey, J., 53, 121
Balza, J., 54, 122
Baquero, G., 94, 119
Beckett, S., 18, 40, 114, 126
Belisario, L., 84, 123
Belousov, B., 87, 116
Berenguer, A., 72, 115
Bohr, N., 32, 39, 123
Bolyai, J., 12, 121
Boole, G., 109, 119
Borges, J. L., 24, 37, 54, 55, 83, 87, 97, 99, 100, 114, 122
Braque, G., 13, 14, 98, 119
Bury, P., 28, 125
Calder, A., 77, 78, 115
Calderón, R., 86, 125
Campbell, K., 93, 122
Cantor, G., 60, 99, 100, 119
Cardenal, E., 75, 86, 114, 118
Carnot, S., 23, 126
Casasola, G., 107, 119
Cezanne, P., 50, 65, 124
Clarke, A., 111, 116
Claussius, R., 23, 125

Cruz-Diez, C., 15, 53, 116
Chomsky, N., 86, 124
Dalí, S., 16, 22, 35, 113, 114, 126
Dalter, E., 84, 85, 117
Dalton, J., 31, 121
Darío, R., 74, 82, 125
Darwin, C., 92, 117
De Broglie, L., 33, 123
Dedekind, 100
Demócrito, 31, 117
Dias-Pino, W., 110, 127
Dinástrato, 106, 117
Dirac, P., 33, 39, 124
Degas, E., 50, 117
Eddington, A., 19
Einstein, A., 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 24, 32, 39, 53, 115
El Troudi, U., 73, 114, 126
Epicuro, 22, 118
Escher, M., 26, 56, 64, 97, 98, 114, 123
Euclides, 12, 18, 97, 118
Everett, H., 38, 120
Fermat, P., 106, 107, 125
Feynman, R., 38, 125
Fulcanelli, 45, 119
Fulton, R., 27, 125
Gabor, D., 53, 117
Galileo, G., 71, 119
García Márquez, G., 54, 56, 62, 80, 81, 113, 119
Gaugin, P., 51, 124
Gauss, K., 12, 122
Gleick, J., 64, 121
Gödel, K., 100, 122
Goya, F., 51, 118
Gris, J., 13, 14, 98, 122
Guaregua, W., 97, 104, 114, 127
Gutiérrez, O., 99, 114, 124
Heaney, S., 61, 126

Heisenberg, W., 33, 45, 127
Helmholtz, H., 23, 120
Hilbert, D., 100
Hollerith, H., 109, 120
Hubble, E., 68, 117
Huxley, A., 92, 93, 115
Huxley, T., 92, 126
Huygens, C., 49, 116
Hypias, 107, 120
Joyce, J., 17, 18, 25, 62, 72, 83, 90, 91, 97, 107, 114, 121
Joule, J., 23, 121
Julia, G., 60, 119
Kac, E., 54, 63, 110, 114, 117
Kandinsky, W., 35, 52, 127
Keely, 26
Kelvin, 23
Klee, P., 97, 98, 113, 124
Klein, F., 12, 118
Koch, H., 59, 120
Kronecker, 100
Lacey, B., 28, 116
Leibniz, G., 109, 119
Leucipo, 31, 122
Linneo, K., 89, 122
Lobachevsky, N., 12, 13, 123
Lorenz, E., 57, 117
Malevitch, K., 97, 98, 122
Manet, E., 50, 117
Marinetti, F., 27, 118
Maxwell, J., 26, 50, 121
Medalla, D., 36, 117
Meissonier, E., 22, 118
Meyer, J., 23, 122
Miró, J., 52, 77, 78, 114, 121
Moebius, A., 98, 116
Mandelbrot, B., 58, 60, 65, 116
Minkovsky, H., 21, 120

Mondrian, P., 97, 98, 113, 124
Monet, C., 50, 116
Montoya, R., 73, 114, 125
Mora, V. V., 21, 28, 74, 114, 126
Mujica, E., 20, 29, 84, 86, 107, 114, 118
Muñoz, R. J., 20, 36, 75, 84, 104, 108, 113, 125
Muth, A., 53, 116
Neruda, P., 20, 36, 84, 89, 113, 114, 124
Newcomen, T., 27, 126
Newton, I., 11, 12, 21, 49, 120
Nietzsche, F., 99, 118
Núñez, R., 53, 54, 114, 125
Ochoa, C., 73, 114, 116
Orffyreus, 26, 124
Otero, A., 15, 25, 53, 114, 115
Palomares, R., 52, 74, 89, 114, 125
Parra, N., 21, 84, 85, 114, 123
Pascal, B., 109, 116
Picabia, F., 28, 114, 118
Picasso, P., 13, 14, 97, 113, 124
Pizarro, C., 50, 116
Planck, M., 35, 39, 45, 123
Poe, E. A., 22, 71, 114, 117
Poincaré, H., 57, 120
Pollock, J., 87, 121
Poyer, A., 77, 78, 114, 116
Prigogine, I., 57, 120
Proust, M., 16, 113, 123
Ravelo, J., 15, 122
Rembrandt, H., 51, 119
Renoir, P., 50, 124
Reverón, A., 51, 52, 113, 115
Riemann, G., 12, 13, 18, 119
Ruelle, D., 60, 117
Rulfo, J., 42, 114, 122
Rutherford, E., 32, 118
Savery, T., 27, 126

Schaurberger, 26
Shimura, 106
Singh, S., 107
Sisley, A., 50, 115
Schrodinger, E., 33, 39, 41, 42, 43, 118
Soto, J., 15, 35, 53, 114, 121
Stephenson, G., 27, 119
Tamayo, R., 77, 78, 114, 125
Taniyama, 106
Tennyson, A., 74, 115
Tesla, N., 26, 123
Thomson, J., 32, 122
Tijonov, N., 84, 85, 114, 124
Tinquely, J., 28, 114, 121
Tobey, M., 36, 123
Turing, A., 109, 115
Vallejo, C., 36, 84, 90, 97, 103, 114, 116
Van Gogh, V., 51, 77, 113, 114, 126
Vassarely, V., 15, 35, 53, 126
Velásquez, D., 51, 117
Vera, E., 94, 114, 118
Vermeer, J., 51, 113, 121
Virilio, P., 110, 124
Volpi, J., 19, 39, 43, 100, 114, 122
Weiner, N., 109, 124
Wells, H., 22, 120
Whitman, W., 73, 91, 103, 126
Wiles, A., 107
Wilmut, I., 93, 120
Young, T., 50, 126
Zhabotinsky, A., 87, 115
Zuse, 109

ÍNDICE TEMÁTICO

ADN, 93
Agujeros negros, 12, 68, 71
Alquimia, 35, 80, 82
Alquimistas, 44, 79, 81,
Anticaos, 57, 60, 64
Antieuclediano , 65, 97
Antientropía, 24, 59, 62
Antimateria, 34
Antipartículas, 34
Archaeopterix, 93
Aritmética, 103
Arte cinético, 15
Atractor extraño, 60, 63
Átomo, 31, 32, 34
Australopitecus, 93
Bifurcación , 58, 61
Binomial, 89
Biología, 91
Botánica, 90, 91
Caos, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 88
Catalizadores, 87
Celacanto, 93, 94
Ciclo de combustión interna, 27
Ciclo diesel, 27
Cinetismo, 15
Cinta de Moebious, 98
Clonación, 92, 93
Código genético, 93
Color, 50

Computadores, 109
Conservación de la masa, 24
Constelaciones, 69
Corpuscular, 49
Corpúsculos, 35
Cromosomas, 93
Cuadratriz, 106
Cuadratura del círculo, 106
Cuarta dimensión, 12, 13
Cuarta ley de la termodinámica, 24
Cuásares, 68
Cuerdas, 34, 111
Desorden, 62, 64, 88
Determinista, 34
Dualidad onda-partícula, 34, 77
Efecto mariposa, 62
Efecto túnel, 44
Electromagnetismo, 50
Electrón, 32
Energía, 12, 23, 24, 70
Entropía, 23, 24, 60
Espacio, 11, 12, 13, 98
Espectro cromático, 50
Espejos, 54, 55
Evolución, 93
Expansión del universo, 12, 67
Física del caos, 58
Física relativista, 11, 98
Flecha del tiempo, 60
Fósiles, 93
Fotones, 35, 53
Fractal, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 88, 93, 110
Futurismo, 27
Galaxias, 68, 69
Genes, 93
Genética, 93
Geometría, 98

Geometría elíptica, 12
Geometría euclidiana, 65
Geometría fractal, 58, 88, 110
Geometría hiperbólica, 12
Geometría no euclidiana, 12, 13, 14, 98
Geometría tridimensional, 12
Gravedad, 12, 15
Hiper cubos, 106
Holografía, 35, 53, 54
Hologramas, 54
Holopoemas, 54
Impresionismo, 50, 51
Indeterminado, 34
Informática, 110
Inteligencia artificial, 111
Láser, 53, 54
Levitación, 34, 44
Ley cero de la termodinámica, 24, 26
Leyes de la termodinámica, 24, 25, 26
Longitud de onda, 50
Luz, 31, 35, 51, 53, 55
Macrocosmos, 67
Máquinas, 26, 27, 28
Mariposa de Lorenz, 60
Masa, 12, 24, 70
Matemáticas, 97, 98, 107
Materia, 31
Mecánica cuántica, 31, 32, 34, 42
Mecanicista, 34
Microcosmos, 67, 78
Móviles perpetuos, 26
Muerte térmica, 23, 24, 25
Multidimensional, 98, 111
Mundos virtuales, 111
Nebulosas, 68, 70, 72
Negativas, 34
Neutrones, 32

Neutras, 34
Novas, 68
Núcleo, 32, 34
Ondas, 33, 35, 49, 51, 52, 53
Ondulatorio, 33, 49
Óptica, 54
Orden, 61, 62, 63, 70, 87, 110
Paradoja del gato negro, 41, 43
Partículas, 32, 33, 34, 55
Perspectiva, 97
Piedra filosofal, 34, 45, 80, 81
Pintura cubista, 13
Primera ley de la termodinámica, 23, 26
Principio de incertidumbre, 33
Prisma, 50
Probabilístico, 34
Protones, 32
Pulsares, 68
Quarks, 34
Química, 79, 80, 85
Radiación, 50, 51
Reacciones oscilatorias, 87
Reacciones químicas, 86
Regla áurea, 107
Reflexión, 49, 50
Refracción, 49, 51
Relatividad, 16, 19, 21, 67
Relatividad del espacio, 16
Relatividad del tiempo, 16
Relativista, 17, 20, 22
Segunda ley de la termodinámica, 23, 26
Superconductividad, 34, 44
Supernovas, 68
Surrealista, 16
Taxonomía, 89
Teorema de Fermat, 106
Teoría de las cuerdas, 111

Teoría de múltiples historias, 34, 38
Teoría de la gran explosión, 68, 71
Teoría de la relatividad, 12, 22
Tercera ley de la termodinámica, 24, 26
Tiempo, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 98
Transfinito, 99
Transgénicos, 93
Transmutación, 34, 44, 81
Trisección del triángulo, 106
Vía láctea, 69
Zeolitas, 88

ÍNDICE DE OBRAS LITERARIAS Y PICTÓRICAS

- A donde va el planeta, 85
A flor de agua, 73
Aguja solar, 25
Ala solar, 25
Alegres provincias, 89
AlRe, 73
Amanecí de bala, 21
Antología de la casa sola, 36
Apocalipsis, 86
Árboles de olivo con cielo amarillo y sol, 77
Argonautica, 78, 107
Arlequín, 13
Arte puro, 107
Autorretrato, 51
Bajas montañas, 107
Bebedores de agua, 107
Bodegón con cartas, 14
Caballero de diamante, 103
Cabeza de mujer, 14
Campo de trigo con cipreses, 51
Canto a Bolívar, 84
Canto cósmico, 75
Canto de mí mismo, 103
Carretera con cipreses y estrellas, 51
Cien años de soledad, 56, 62, 80
Cien sonetos de amor, 36
Cocoteros en la playa, 51
Coloritmos, 15
Composición en rojo, amarillo y sol, 98
Confieso que he vivido, 89

Constelaciones, 78
Cronos, 21
El aficionado, 14
El aleph, 99
El árbol de la fruta madura, 73
El celacanto, 94
El círculo de los 3 soles, 37, 104, 108
El disco rojo, 78
El efecto túnel y la sota de copas, 43
El hombre habla de sus vidas anteriores, 94
El jardín de senderos que se bifurcan, 37, 61
El libro, la botella y la jarra, 14
El portugués, 14
El rubí, 82
El sol y la luna, 78
En busca de Klingsor, 19, 39, 43, 100
En busca de la cuarta dimensión, 16
En busca del tiempo perdido, 16
Equilibrio intraatómico de una pluma de cisne, 35
El reloj caído en el mar, 20
Errantes, 74
Escaladores, 107
Espejo solar, 25
Esperando a Godot, 18, 40
Estructura solar, 25
Eureka, 71
Figura en rojo, 78
Fondo y espuma, 86
Fractal, 62
Frutero y pan sobre una mesa, 13
Frutero y vaso, 14
Galatea de las esferas, 35
Galope muerto, 20
Giróscopo, 84
Guernica, 13, 14
Helios, 74
Historia de la eternidad, 24, 37, 99

Hojas de hierba, 73
Hombre con sombrero, 14
Idilio atómico y uranio melancólico, 35
Inducciones cromáticas, 15
Intentos, 20
Jardín del hospital Saint Paul, 51
La biblioteca de Babel, 100
La cascada, 26
Las damas de Aviñon, 13, 14
La estrella de la mañana, 78
La gran galaxia, 78
La máquina del tiempo, 22
La noche estrellada, 51, 77
La paloma con guisantes, 13
La piedra filosofal y el espejo cuántico, 45
La persistencia de la memoria, 16
La tormenta, 16
Las comedias y los días, 52
Las furias y las penas, 20
Las moradas filosofales, 45
Las músicas dormidas, 78
Las nubes magallánicas, 72
Leda atómica, 35
Los mineros salieron de la mina, 84
Los vicios del mundo moderno, 22, 35, 85
Luna Tolí, 73
Luna y sol, 78
Manifiesto antimateria, 35
Malone muere, 18, 19
Malu, 73
Mano con esfera reflectante, 56
Más y más pequeño, 64
Masseratti 3 litros, 28
Módulos cromáticos, 15
Motivos de Hammamet, 99
Muchacha con mandolina, 13
Mujeres, pájaros y estrellas, 78

Naturaleza muerta con esfera reflectante, 56
Naturaleza muerta con espejo, 56
Navegando por el Sena, 50
Noche estrellada sobre el Rhone, 77
Nombres propios, 74
Paisaje al anochecer con la luna saliendo, 77
Palabras del actor, 52
Pedro Páramo, 42
Penetrables, 15, 36
Pequeña colina, 52
Perturbación totémica, 36
Piloto de prueba, 28, 29
Poemas póstumos, 103
Poemas y antipoemas, 22
Procedimiento silencio, 110
Rancho con árboles, 51
Rancho en Macuto, 51
Relatos cuánticos, 22
Residencia en la tierra, 20
Rotor, 25
Santo rodeado de tres mesones pi, 35
Semáforo rojo, 28
Separación del átomo, 35
Serpientes, 64
Telúrica y magnética, 91
Tlon, Uqbar, Orbis Tertius, 55, 61
Tres mundos, 64
Trilce, 103
Ulises, 17, 18, 25, 62, 72, 83, 91, 100, 107
Un mundo feliz, 92
Uveros en un paisaje, 51
Vertical vibrante, 25
Voces en el botánico, 89
Vonal ksz, 15
Yo canto al cuerpo eléctrico, 91
Zang tumb tumb, 28
2001. Una odisea del espacio, 111

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Introducción..... | 9 |
| I. Física relativista..... | 11 |
| Teoría de la relatividad. Espacio. Tiempo. Geometría no euclidea. Cubismo Cinetismo. Literatura | |
| II. Termodinámica..... | 23 |
| Leyes. Energía. Entropía. Móviles perpetuos. Máquinas. Narrativa. Poesía. Plástica | |
| III. Mecánica cuántica..... | 31 |
| El átomo. Dualidad onda partícula. Incertidumbre cuántica. Conjeturas. Alquimia. Humanismo | |
| IV. Teorías de la luz..... | 49 |
| Ondas. Corpúsculos. Colores. Holografía. Láser. Espejos. Arte | |
| V. Física del caos..... | 57 |
| Geometría fractal. Atractores extraños. Efecto mariposa. Pintura. Literatura | |
| VII. Astronomía..... | 67 |
| Expansión del universo. Estrellas. Galaxias. Constelaciones. Nebulosas. Arte | |

| | |
|--|-----------|
| VIII. Química | 79 |
| Alquimia. Sustancias. Catalizadores. | |
| Reacciones Oscilantes. Literatura | |
| IX. Biología | 89 |
| Botánica. Anatomía. ADN. Genes. | |
| Evolución. Humanismo | |
| X. Matemáticas | 97 |
| Moebius. Cantor. Godel. Fermat. El infinito. | |
| Cuadratura del círculo. Regla áurea. Computadores. | |
| Mundos Virtuales. Cuerdas. Literatura. Plástica | |
| Conclusiones..... | 113 |
| Resumen bibliográfico..... | 115 |
| Bibliografía..... | 129 |
| Índice de autores..... | 133 |
| Índice temático | 139 |
| Índice de obras literarias y pictóricas..... | 145 |

TÍTULOS

de esta colección

Ser felices por siempre

Ricardo Gil Otaiza

Venezuela destino incierto.

Para comprender lo que pasa hoy en Venezuela

José Mendoza Angulo

Newton

Héctor Rago (Compilador)

Tres arquitectos, tres propuestas

Leonardo Arellano Spinnetti

Transposiciones

Leonardo Arellano Spinnetti

Equis. Ensayo ficticio

Pedro Rangel Mora

Venezuela 2006. La Encrucijada

José Mendoza Angulo

Ensayos de estética contemporánea

Pedro Alzuru

Tocados por la luna

Carlos Sosa Osorio

