



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**POSGRADO EN  
FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

**MODELO DE CREATIVIDAD  
APLICADO A LA METÁFORA  
“EL EFECTO MARIPOSA”.**

**UN ACERCAMIENTO A LA  
EXPLICACIÓN DE LA  
SOCIALIZACIÓN DE NUEVAS  
IDEAS EN LA CIENCIA.**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA  
CIENCIA**

**P R E S E N T A:  
ADRIANA ELISA ESPINOSA  
CONTRERAS**

**COTUTORAS: DRA. ATOCHA ALISEDA LLERA  
M. EN. C. ANA MARÍA SÁNCHEZ MORA**



**MÉXICO, D.F.**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **AGRADECIMIENTOS:**

*Sin mi familia no sería nadie  
Sin mis amigos me perdería  
Sin mis maestros no crecería  
Y sin la furia por el saber no continuaría.*

*Adi Elisa*

*Una vez más cambió la trayectoria de mi vida, como si una mariposa aleteara al otro lado del mundo y hubiese provocado un tornado de nuevos acontecimientos. Después de estudiar el diplomado en Divulgación de la Ciencia me desvié hacia la Filosofía de la Ciencia. Me adentré en un mundo insospechado en el que logré grandes satisfacciones al conocer la furia por el saber. Solamente la perseverancia y la disciplina pudieron hacer que cumpliera con el objetivo de aprender y enfrentar temas tan difíciles. Pero no lo hubiera logrado sin el apoyo incondicional de mi mamá Elisa Contreras Peña (a quien le agradezco también las ilustraciones de las portadas de cada uno de los capítulos) y de mi hermana Cynthia Espinosa Contreras a quienes dedico este trabajo final. Las palabras no me alcanzarían para agradecerles por todo el cariño y paciencia que me han tenido a lo largo de los años. También quiero hacer una mención especial a mi abuelito Juan Contreras Torres (quien a sus 96 años sigue aprendiendo cada día). En especial quiero agradecer a mi tía Ma. de los Ángeles Contreras Peña por su peculiar forma de hacerme ver el mundo y a mi tío Humberto Contreras Peña por inyectarme ese buen humor cada día, y al resto de mi familia, mis demás tíos y primos, quienes son los pilares fundamentales en mi vida.*

*Quiero agradecer a mis amigos Yolanda Nigó (a quien admiro y respeto por su inteligencia), Lorena Granja (quien siempre tiene una palabra de aliento aún en los momentos más difíciles), Carolina Ureta (quien me inspira a ser cada día de mi vida la mejor y la más feliz), Bianca Santini (cuya personalidad inspira a los demás a ser únicos), José Pérez Casillas y Olga Lidia Torres (de quienes he aprendido a enfrentar hasta los momentos más difíciles de la vida), Alejandra Bernal y Atenayhs Castro (con quienes comparto los más insólitos sueños), Mónica Genis (quien siempre tiene un amigo con quien contar), Efraín Mora (quien crea artísticamente todo lo que se propone) y Marco Antonio Hernández (de quien aprendí que hay muchos otros mundos posibles y que los imposibles no lo son tanto).*

Quiero agradecer a mis amigos de la maestría y en especial a Guadalupe Gutiérrez, Fabiola Téllez, Mariana Espinosa, Rossana Soriano, Wendy Cano, Cecilia Chávez, Paulina Camarena (creativa por naturaleza), Ximena González Grandón (de corazón revolucionario), Édgar Tafoya (sociólogo por convicción), Melina Gastelum (cuya fortaleza viene de su fuerza interior), Juan Manuel Argüelles (erudito historiador), Susana Esparza (a quien hasta el mar abraza,) Jimena Vergara (cuya grandeza comienza en su corazón), Alba Amilburu, Jose Ignacio Gaona y Elixabete Iruretagoiena Brosa (mis amigos vascos) y mis demás compañeros de clase por todas las aventuras que vivimos en México y en el País Vasco.

Quiero hacer una mención especial a Ekai Txapartegi y Ana Gómez por todo su apoyo recibido en San Sebastián, ambos son piezas clave del máster en Filosofía, Ciencia y Valores de la Universidad del País Vasco.

Agradezco también a mis maestros María Sánchez Cordero, Carlos López Beltrán, Miruna Achim, Estrella Burgos, Sergio de Régules, Sandra Ramírez, Adriana Murguía, Carmen Sánchez Mora, Thomas Mormann, Carl Mitcham, Carlos Martínez Gorriarán, Jorge Linares, León Olivé y Andoni Ibarra.

En especial agradezco el apoyo de mis sinodales Gloria Valek (quien me introdujo en el apasionante tema de la creatividad desde que estudié el diplomado en Divulgación de la Ciencia en Universum y por presentarme a Mihaly Csikszentmihalyi), Julia Tagüeña (quien me dio la idea de analizar una metáfora), Ana Rosa Pérez Ransanz (de quien he recibido siempre su apoyo incondicional) y de mis tutoras Atocha Aliseda, con quien pude concretar mi interés por estudiar e investigar la creatividad, y de Ana María Sánchez Mora, sus consejos y su paciencia hicieron que continuara en este camino tan sinuoso de la filosofía, ella me hizo ver que bien vale la pena recorrerlo hasta el final. Les agradezco todo su apoyo y cariño que en todo momento me lo han dado, las palabras no me bastan para expresar mi agradecimiento.

También quiero agradecer a Tori Amos y a María Eugenia López, mi maestra de piano, quienes me han enseñado que la disciplina es la base de la diversión. Agradezco infinitamente también a mis maestros Miguel Ángel Herrera<sup>†</sup> y Julieta Fierro quienes siempre me acompañan y me permiten seguir soñando.

Finalmente agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Universidad del País Vasco, por brindarme un espacio de libertad que permitió darle vuelo a mi imaginación generando nuevas ideas y que con la ayuda de la beca CONACYT logré aterrizarlas en este trabajo final de la maestría.

*Adi Elisa*

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>OBJETIVO</b> .....	9
<b>HIPÓTESIS</b> .....	9
CAPÍTULO I	
<b>EL USO DE METÁFORAS COMO RECREACIÓN DEL LENGUAJE</b>	
I.1 Definición de metáfora.....	13
I.2 Estructura verbal de la metáfora.....	14
I.3 Los diferentes tipos de metáforas.....	17
I.3.1 Enfoque sustitutivo.....	18
I.3.2 Enfoque sustitutivo por catacresis.....	19
I.3.3 Enfoque comparativo.....	20
I.3.4 Enfoque interactivo.....	22
I.4 Introduciendo la metáfora “el efecto mariposa”.....	23
CAPÍTULO II	
<b>LA CREATIVIDAD Y EL SURGIMIENTO DE NUEVAS IDEAS</b>	
II.1 Hacia una definición de la creatividad.....	27
II.2 La creatividad como proceso y como producto.....	28
II.3 El surgimiento de una idea creativa.....	29
II.3.1 Popper y la lógica del descubrimiento.....	30
II.3.2 Momento Eureka, serendipia o casualidad.....	33
II.3.3 Los tres reinos de Rom Harré.....	38
II.3.4 Lógica creativa o resolución de problemas.....	45
II.3.5 Combinación de factores para el acto creativo: Modelo de Mihaly Csikszentmihalyi.....	47
CAPÍTULO III	
<b>ANÁLISIS DE LA METÁFORA: “EL EFECTO MARIPOSA”</b>	
III.1 Introducción.....	53
III.2 De Newton a Poincaré.....	54
III.3 El extraño atractor de Lorenz.....	57
III.4 Origen del término “el efecto mariposa”.....	62
III.5 La metáfora “el efecto mariposa”.....	67
III.6 “El efecto mariposa”, una metáfora socialmente creativa.....	69
<b>CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>ANEXO</b> .....	75
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	77



## **RESUMEN**

En este trabajo final se presentará un modelo teórico que nos ayudará a avanzar en la comprensión de cómo se obtienen nuevas ideas en la ciencia y cómo estas se socializan. Esta tarea se llevará a cabo analizando una metáfora conocida como “el efecto mariposa” que frecuentemente se le atribuye a Edward Lorenz [Gleick, 1987]. Pero es a través del modelo de Mihaly Csikszentmihalyi [Csikszentmihalyi, 1998] que nos damos cuenta que una idea creativa no surge de la mente de un solo individuo sino en la interacción entre los pensamientos de éste y un contexto sociocultural, y que es un fenómeno sistémico más que individual.

## **INTRODUCCIÓN**

Las metáforas constituyen una parte muy importante de la comunicación de la ciencia; a través de ellas el público lego puede entender conceptos científicos, técnicos y especializados, de una forma amena y accesible. La mayoría de los autores estudiosos de las metáforas afirman que generar una metáfora es un acto creativo e imaginativo y que la metáfora en sí es también un producto creativo; partiendo de este supuesto, en este trabajo final de la maestría en Filosofía de la Ciencia se presentará el análisis de una metáfora, “el efecto mariposa”, para saber en dónde radica su creatividad.

La metáfora “el efecto mariposa” ha causado revuelo desde que se publicó el libro *Chaos: making a new science* [Gleick, 1987], donde por primera vez se popularizó a nivel mundial y se aceptó socialmente, provocando la aprehensión de esta metáfora por el público lego. También su popularidad se refleja en la realización de películas cinematográficas, videojuegos, libros de ciencia ficción, canciones, grupos musicales, juegos de destreza y además todavía se sigue usando como fuente de mayor creatividad.



Hasta ahora se sabe que esta metáfora ha sido efectiva y exitosa porque logra explicar de manera sencilla por qué ciertos fenómenos como el clima no se pueden predecir a largo plazo. Pero ¿en qué consiste esa efectividad? ¿es la creación de esta metáfora producto de un solo individuo? Son algunas preguntas que a lo largo de este trabajo final se responderán y que ayudarán a entender, además, dónde está la creatividad en el momento en que una metáfora logra crear ese vínculo entre conceptos científicos y ejemplos cotidianos, sin perder su significado.

Este trabajo final consta de tres capítulos:

En el primer capítulo se encontrará un panorama general de lo que son las metáforas, la función que cumplen en relación con el lenguaje, algunos enfoques de las metáforas, la diferencia entre una metáfora y una analogía, y la importancia de éstas como un producto creativo para la comunicación de la ciencia así como la introducción de la metáfora “el efecto mariposa”.

En el capítulo dos se analizarán diferentes posturas que ayudarán a comprender cómo surge una idea creativa en la ciencia. En la primera visión se postula que no hay una lógica del descubrimiento y por lo tanto no se podría saber cómo es que surge una nueva idea. En la segunda visión se postula que una idea creativa surge por casualidad o serendipia, aumentando el mito del genio creador. La tercera visión es una propuesta que postula que la creatividad se da en diferentes reinos de la realidad. La cuarta visión se enfoca en que una idea creativa es la culminación de la resolución a un problema y en este sentido sería una búsqueda heurística. Y la quinta visión describirá la creatividad científica como una combinación de factores que son necesarios para que surja una nueva idea y ésta se acepte socialmente.





Finalmente en el tercer capítulo se analizará la metáfora “el efecto mariposa” con la ayuda de las diferentes visiones del surgimiento de una idea creativa en la ciencia, pero me centraré en el modelo de Mihaly Csikszentmihalyi [Csikszentmihalyi, 1998], dejando claro por qué utilizo este modelo que al parecer engloba a los otros descritos anteriormente. Con este modelo mostraré que no solamente podremos analizar una metáfora en particular sino que es un modelo que nos ayudará a analizar diferentes productos creativos en la ciencia y en la comunicación de la ciencia.

## **OBJETIVO**

El presente trabajo tiene como propósito comprender cómo surge una idea creativa en la ciencia y cómo se socializa a través del análisis de la metáfora “el efecto mariposa”.

## **HIPÓTESIS**

En este trabajo se presupone que una idea creativa en la ciencia no surge como un producto del azar marcado por un momento *eureka*, sino que es producto de una combinación de elementos que junto con el individuo y su interacción con la sociedad hacen que una idea se reconozca como una idea realmente creativa.

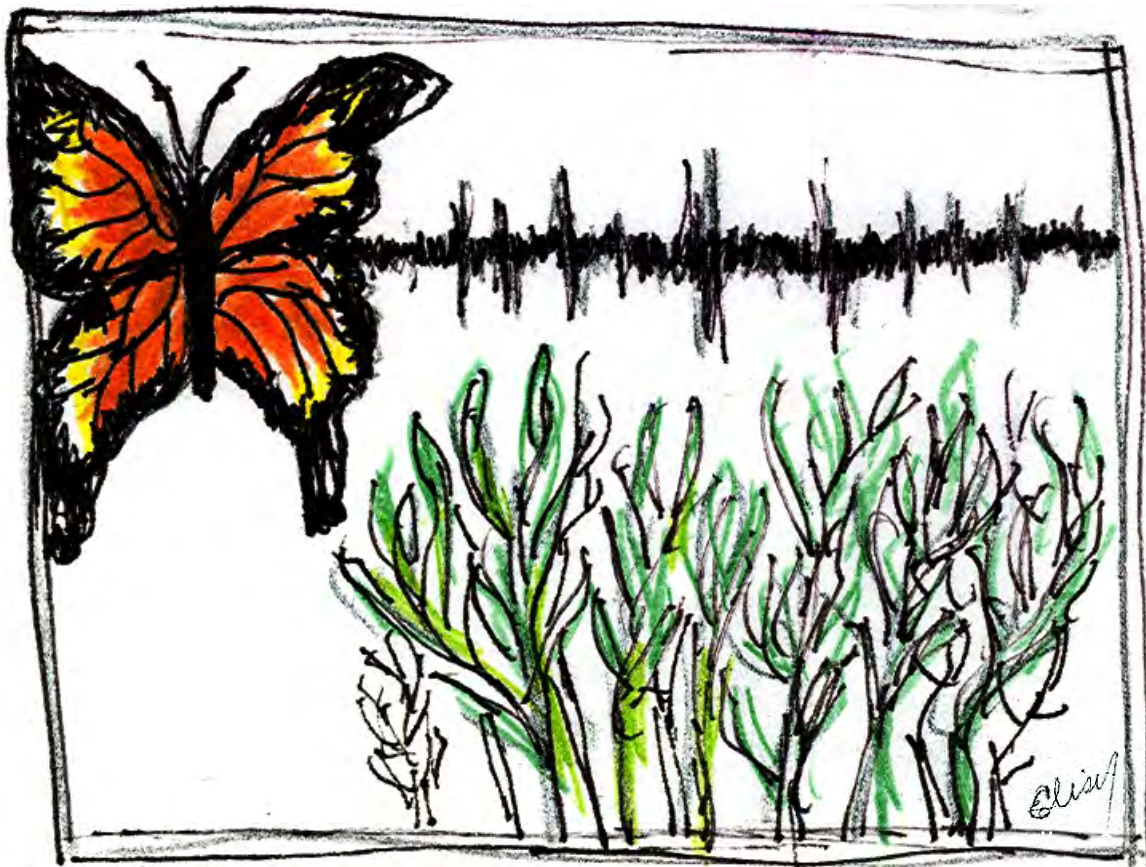
Este trabajo se basará principalmente en el modelo de Mihaly Csikszentmihalyi [Csikszentmihalyi, 1998] quien afirma que la creatividad existe en la interacción entre el individuo (quien crea las nuevas ideas basadas en el dominio de conocimientos previos), el campo simbólico (que tiene una serie de reglas y procedimientos aceptados por el grupo de expertos) y la cultura (que se conforma del capital cultural en el entorno familiar y comunitario, y se encarga del reconocimiento social): el individuo produce, el campo estimula y la cultura selecciona. Así que el proceso de



generar una idea creativa no se produce dentro de las cabezas de las personas, sino en una interacción entre los pensamientos de una persona y un contexto sociocultural; es un fenómeno sistémico más que individual. Para tener algún efecto, la idea debe ser comprensible para otros, aceptarse por los expertos del campo simbólico y finalmente incluirse en el campo cultural al que pertenece; es muy importante que la idea creativa sea aceptada socialmente.

CAPÍTULO 1

**EL USO DE METÁFORAS COMO  
RECREACIÓN DEL LENGUAJE**



Elisa Contreras Peña, "Sueños de AdiElisa", 2009.

*“Esta chica sólo duerme con mariposas”.*

*Tr. Luis*

Elisa Contreras Peña, “Sueños de AdiElisa”, 2009, portada dibujada con lápices de colores. La cita de Tori Amos proviene de la canción “Sleeps with Butterflies” del álbum “The Beekeeper”, 2005 [Audio CD] USA: Epic Records.



## **EL USO DE METÁFORAS COMO RECREACIÓN DEL LENGUAJE**

### **I.1 Definición de metáfora**

Uno de los recursos literarios que se utilizan en la comunicación de la ciencia, para lograr un puente entre el discurso científico y el cotidiano, es la metáfora. Si buscamos su definición en el diccionario encontramos que esta palabra proviene del griego *metaphora* que significa *trasladar*. De esta forma *metáfora* significa literalmente (o equivale a) traslación o transferencia e indica, etimológicamente, la posición de una cosa en lugar de otra.

La definición clásica de metáfora la podemos obtener de Aristóteles [De Bustos, 2000, p. 21] y encontramos que la *metáfora* es una aplicación a una cosa de un nombre léxico, que se produce a nivel de la palabra y cuya función es nominativa.

Otra definición es la que se encuentra en Snow [1973, p. 82] y ahí se define la *metáfora* como un símil comprimido (figura retórica que consiste en comparar dos términos de diferente categoría y naturaleza que guardan entre sí una semejanza metafórica), usualmente una sustitución de un tipo de objeto o idea por otro, para sugerir un parecido o analogía entre ellos.



El filósofo y matemático Max Black [Black, 1962, pp. 25-47], define la *metáfora* desde varios enfoques: el sustitutivo, el sustitutivo por catacresis, el comparativo y el interactivo; pero básicamente la explica en el sentido de que las expresiones metafóricas se utilizan en lugar de otras expresiones literalmente equivalentes a ellas.

Podríamos seguir con una lista inmensa de definiciones de la palabra *metáfora* pero lo que podemos extraer en esencia es que se necesitan dos elementos a comparar, que pueden ser de diferentes categorías y el resultado, que puede ser una semejanza o similitud, se da en el nivel del lenguaje. Ese resultado no puede generarse de forma aleatoria porque sería un sin sentido, en cambio sí podemos decir que se genera de forma creativa y hasta sorprendente [Fermendois, 2008, pp. 31-34].

Para explicar por qué digo que generar una metáfora es un proceso que podemos llamar creativo quiero hacer una distinción entre la estructura verbal de la metáfora y su creatividad, que se describirán en la siguiente sección.

## **I.2 Estructura verbal de la metáfora**

Para entender a fondo por qué una metáfora comunica efectivamente una relación de semejanza entre dos elementos diferentes, es preciso ver su función dentro del esquema teórico de la comunicación.

En una conferencia que Roman Jakobson<sup>1</sup> impartió en 1958 y que versó sobre *Lingüística y poética*, explicó que para que haya una comunicación completa se necesitan varios elementos con funciones

---

<sup>1</sup> Roman Jakobson fue un lingüista norteamericano de origen ruso (Moscú 1896-Boston 1982). Después de participar en los trabajos del círculo lingüístico de Praga, se estableció en 1941 en E.U.A. Sus investigaciones versaron sobre la fonología, la psicolingüística, la teoría de la comunicación y el estudio del lenguaje poético, reunidos con el título de *Selected Writings*.



específicas que están dentro del lenguaje. Es preciso que un hablante envíe un mensaje al oyente. Para que sea operativo, ese mensaje requiere un contexto al que referirse llamado referente, y debe ser susceptible de ser captado por el oyente; además ese mensaje debe contar con una capacidad verbal o capaz de ser verbalizado. Para que la comunicación se logre debe haber un código común tanto para el hablante como para el oyente, si no total, al menos parcial y que sirva de codificador y descifrador del mensaje. Y por último, un contacto, es decir, un canal de transmisión y una conexión psicológica entre el hablante y el oyente, que permita a ambos entrar y permanecer en comunicación (ver figura 1.2-1) [Jakobson, 1981, p. 32].

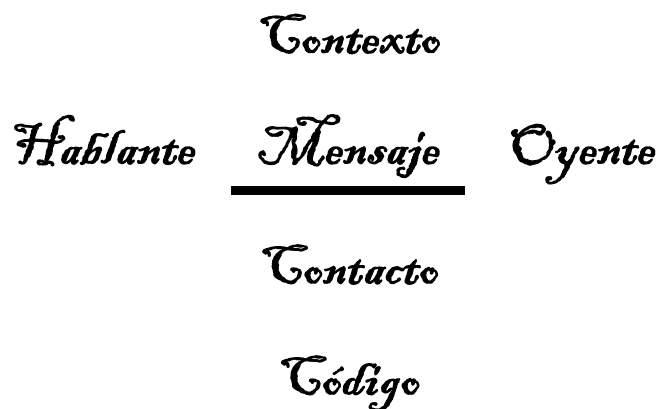


Figura 1.2-1.-Elementos del lenguaje que intervienen en el proceso de comunicación [Jakobson, 1981, p. 32].

Como vimos, cada uno de esos seis elementos determina una función diferente del lenguaje pero la estructura verbal del mensaje depende, básicamente, de la función que en ese momento sea predominante. Esta función casi siempre es la del contexto pero surgirá una diversidad de mensajes verbales si cambia el orden jerárquico de las demás funciones [Jakobson, 1981, p. 33].



Si le pidiéramos a un actor que dijera la frase *esta tarde* de cincuenta maneras diferentes, el actor las representaría al pensar las posibles situaciones y se obtendrían los cincuenta mensajes correspondientes. No es lo mismo que el actor representase una escena en la que estuviera llorando, porque su hermano hubiera partido a estudiar a un país extranjero, que una en la que suspirara como recordando su primer amor. La frase *esta tarde* se captaría de dos formas diferentes [Jakobson, 1981, p. 34].

De parte del hablante veríamos que la emotividad haría que la estructura verbal del mensaje cambiase. Esa función emotiva que inherentemente está en la función del hablante no podría ser producto de un acto aleatorio. El hablante forzosamente tiene que escoger la mejor función emotiva para poder transmitir correctamente la estructura verbal. El oyente captará esa estructura verbal y responderá en consecuencia, haciendo diferentes combinaciones y seleccionando las estructuras verbales coherentes [Jakobson, 1981, p. 40].

Es en la selección donde se puede ver la función metafórica. Ya que la selección tiene lugar a base de una equivalencia, similitud, desigualdad, sinonimia y antonimia. Si el oyente quiere referirse a la representación mental de un niño que llora, tiene que seleccionar qué estructura verbal utilizará para que le ayude a comenzar a formar una secuencia, puede escoger entre *chaval, niño, escuincle, chico, crío, infante, chiquillo*. Y para que logre completar la cadena lingüística deberá combinarla basándose en la proximidad de la selección. No puede ser cualquier combinación sino la que se ajuste a esa selección. Así podría formar la frase *el chico llora*. El *chico* sería la selección y *llora* la combinación de proximidad. Finalmente le puede contestar al hablante, mediante una similitud o equivalencia *que lloras como un niño*, en el ejemplo del actor que representa la frase *esta tarde* en la escena de llorar porque se fue su hermano [Jakobson, 1981, p. 40].





Aunque Jakobson se enfoca en las estructuras verbales poéticas, después de un estudio exhaustivo para comprenderlas lo que muestra es que hacer poesía o generar metáforas no es meramente un acto de combinaciones numéricas y fonéticas. Al seleccionar y combinar estructuras verbales, éstas no solamente forman frases coherentes, sino que hacen falta más elementos como la entonación, el contexto en el que se dicen, la simetría, la intención, la aliteración, la métrica, un tiempo musical, etc...

El hecho de que haya combinaciones y selecciones de frases por parte de los humanos no quiere decir que éstas puedan surgir al azar. Si contáramos con una computadora lo suficientemente potente como para que tuviera un programa con todas las reglas para hacer poesía, ésta no podría hacer versos o crear metáforas con simples combinaciones de todas las funciones del lenguaje. Se necesitan más elementos que solamente la cultura y el contexto humano pueden ofrecer. Es ahí donde entra la creatividad. Ese elemento indispensable que hace que una nueva selección se convierta en algo más que simplemente novedoso, que se convierta en algo verdaderamente original.

### **I.3 Los diferentes tipos de metáforas**

Las metáforas no siempre tienen el mismo impacto, tal vez porque no se utilizó una equivalencia adecuada o simplemente porque al haber diferentes tipos de metáforas, algunas sean más fáciles de ser percibidas o interpretadas por los oyentes que otras. Para aclarar este último punto a continuación describiré los diferentes enfoques que el teórico de las metáforas Max Black postula en su obra *Models and Metaphors* [Black, 1962] y que se encuentran descritos en la tesis *Las metáforas en la comunicación de la ciencia: análisis de la metáfora “el libro de la vida”* [García, 2008].



Utilizaré estos enfoques porque una vez que vimos dónde está la función precisa del origen de la metáfora en el proceso de comunicación, nos ayudarán ahora a entender qué tipo de metáfora es la adecuada para construir una como la metáfora “el efecto mariposa”.

### I.3.1 Enfoque sustitutivo

En este enfoque una expresión metafórica se utiliza en lugar de otra expresión literal equivalente a ésta. Aquí el foco o parte principal de la metáfora es la palabra o expresión que se use con sentido metafórico dentro del marco literal. El autor (que podría ser el hablante) sustituye entonces la *expresión sustituta literal  $\mathcal{L}$*  por *la expresión metafórica  $\mathcal{M}$* , y la tarea del lector (que podría ser el oyente) consistiría en invertir la sustitución, sirviéndose del significado literal de la expresión metafórica como indicio literal de la expresión (ver figura 1.3.1-1) [García, 2008, p. 8].

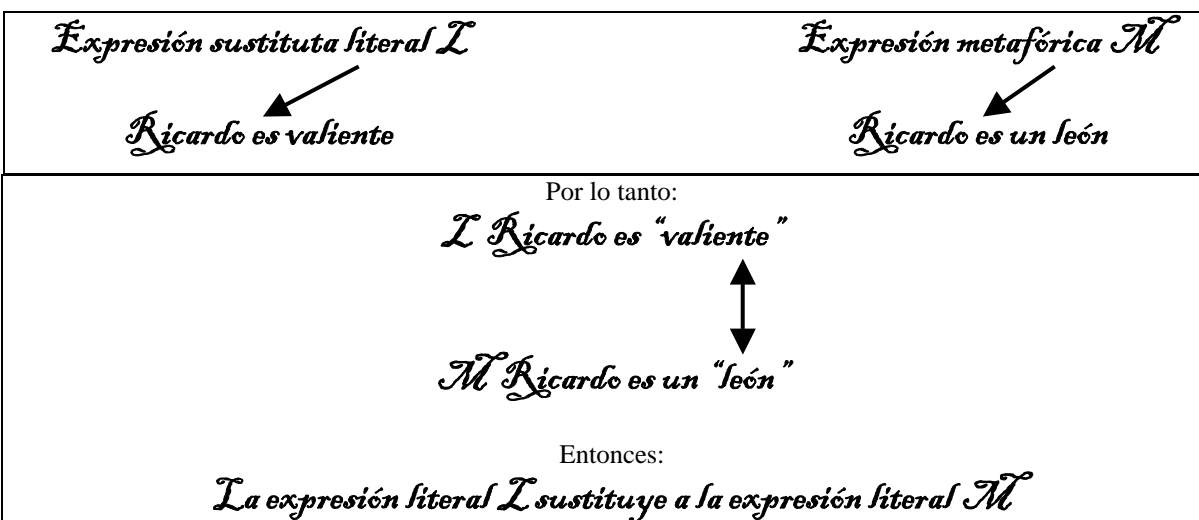


Figura 1.3.1-1.-Modelo del enfoque sustitutivo de la metáfora [García, 2008, p. 10].

En este sentido, comprender la metáfora sería como descifrar un código o armar un rompecabezas. Pero la crítica que se le hace a este enfoque es que entonces se tendría que tener un equivalente metafórico a toda expresión literal, ya que la sustitución debería ser uno a uno. Es ahí cuando entra la catacresis (metáfora que consiste en emplear una palabra



más allá de su sentido estricto para designar una cosa que carece de nombre especial) [García, 2008, p. 8].

### **I.3.2 Enfoque sustitutivo por catacresis**

Cuando no existe un equivalente metafórico que sustituya a una expresión literal, en el sentido descrito anteriormente, el enfoque sustitutivo se convierte en una especie de *catacresis* [García, 2008, p. 8].

Un primer sentido donde se utiliza el enfoque sustitutivo por catacresis es cuando la usamos al servicio de una necesidad genuina, el nuevo sentido que introduce pasa rápidamente a formar parte del *sentido literal*: “naranja” puede haberse aplicado originariamente al color por *catacresis*, pero tal palabra conviene ahora a este sentido con la misma “propiedad” careciendo de sentido metafórico. El destino de la *catacresis* consiste en desaparecer cuando acierta [García, 2008, p. 9].

El segundo sentido en que se usa este enfoque es cuando existen metáforas en las que no tienen aplicación las virtudes adscritas a la catacresis. Ésta se define principalmente como el uso impropio de palabras, que se aplican a un término con relación al objeto que no se denota propiamente, es decir, que no existe equivalencia de significado entre el término y el objeto. Un ejemplo es cuando los matemáticos hablan del “lado” de un ángulo porque no había ninguna expresión literal breve para una línea que doble en un punto. En este sentido la sustitución, según Max Black, es inconmensurable<sup>2</sup>, ya que es una sustitución indirecta (ver figura 1.3.2-1). Una sustitución directa sería como la del ejemplo “*Ricardo es un león*” y sería conmensurable a “*Ricardo es valiente*” porque su significado literal es idéntico al significado metafórico [García, 2008, p. 9].

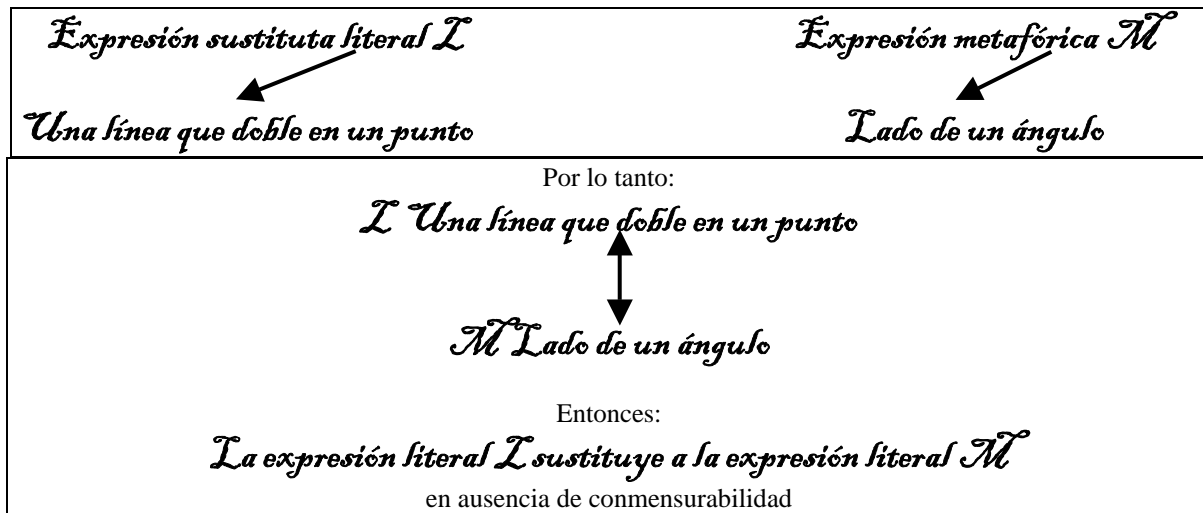


Figura 1.3.2-1.-Modelo del enfoque sustitutivo por catacresis de la metáfora [García, 2008, p. 10].

Estas dos expresiones no son conmensurables porque no existe una equivalencia de significado entre el término y el objeto. Aunque si la usamos al servicio de una necesidad genuina como en el ejemplo, se utiliza la equivalencia aunque sea propiamente inconmensurable [García, 2008, p. 10].

### I.3.3 Enfoque comparativo

Quien sostenga que la metáfora consiste en la presentación de una analogía o semejanza subyacente admite lo que Max Black llamó *enfoque comparativo* de la metáfora. La analogía o semejanza es la función transformadora característica de la metáfora y desde este enfoque la expresión metafórica es semejante o análoga, en cuanto al significado, a su equivalente de expresión literal [García, 2008, p. 11].

<sup>2</sup> Utilizamos la palabra inconmensurable en términos de Kuhn, refiriéndonos al cambio de significado que sufren ciertos términos al pasar de una teoría a otra que impide que todos sus enunciados sean mutuamente traducibles [Pérez, 1999, p. 86].



Como no es una sustitución directa el lector (que puede ser el oyente) ha de descubrir el fundamento de la analogía o símil que se pretende proponer, valiéndose del contexto, recorriendo el camino seguido por el autor (que puede ser el hablante) y llegar a su significado literal de partida [García, 2008, p. 11].

De este modo la metáfora sería como un símil condensado o elíptico. En este *enfoque comparativo* se puede observar un caso particular del *enfoque sustitutivo*, ya que sostiene que el enunciado metafórico podría sustituirse por una comparación literal equivalente [García, 2008, p. 11].

Si tomamos el ejemplo de “*Ricardo es un león*”, según el *enfoque sustitutivo*, esta frase quiere decir aproximadamente lo mismo que “*Ricardo es valiente*” [García, 2008, p. 11].

Para que sea un ejemplo del *enfoque comparativo* esta frase cambiaría por “*Ricardo es como un león*” (en cuanto a ser valiente). Aquí el enunciado metafórico está en lugar de otro literal y ambos conservan equivalencias, pero este enfoque nos ofrece una paráfrasis más trabajada, ya que su interpretación del enunciado original lo hace versar sobre los leones tanto como sobre Ricardo [García, 2008, p. 11].

En este enfoque cierta expresión metafórica puede funcionar en lugar de una determinada expresión literal, un sinónimo aproximado de ella. De esta forma la expresión metafórica  $\mathcal{M}$  (en su uso literal) es semejante a lo representado por la expresión literal  $\mathcal{L}$  [García, 2008, pp. 11-12].



### **I.3.4 Enfoque interactivo**

Para explicar este enfoque comencemos con un ejemplo: “*Los pobres son los negros de Europa*” [García, 2008, p. 13].

Si utilizáramos el enfoque sustitutivo esa frase querría decir más o menos lo siguiente en cuanto a los pobres: Que constituyen la clase oprimida, que son un reproche permanente a los ideales oficiales de una comunidad, que la pobreza es heredada o endeble [García, 2008, p. 13].

*Los pobres son los negros de Europa*  
↕  
*Los pobres constituyen la clase oprimida*

Si utilizáramos el enfoque comparativo éste defendería cierta comparación entre los pobres y los negros, y oponiéndolos a ambos [García, 2008, p. 13].

*Los pobres son como los negros de Europa*

En el enfoque interactivo frecuentemente utilizamos una metáfora en la que tenemos dos pensamientos de objetos distintos en actividad simultánea y apoyada por una sola palabra o frase, cuyo significado es un resultado de su interacción [García, 2008, p. 13].

Siguiendo con el ejemplo de *Los pobres son los negros de Europa* tenemos que nuestros pensamientos acerca de *los pobres europeos* y de *los negros americanos* están en actividad simultánea y mediante la interacción dan lugar a un significado que resulta de ésta [García, 2008, p. 13].



En opinión de Black, esto significa que en el *contexto* presentado la palabra focal “*negros*” alcanza un sentido nuevo, que no es completamente ni el significado de sus usos literales ni el que podría tener un sustituto literal cualquiera: el nuevo *contexto* fuerza la palabra focal a una *extensión* de su significado. Pero para que la metáfora funcione el lector tiene que percatarse de tal extensión, esto es, ha de atender conjuntamente al antiguo significado y al nuevo. Es posible que para que se produzca esa ampliación o cambio de significado deberían existir características comunes entre los dos términos (los pobres y los negros) como el fundamento de la metáfora, en cuanto a que la palabra o expresión del caso tiene que connotar en su utilización metafórica sólo una selección de las características referentes en sus usos literales [García, 2008, p. 13].

Asimismo el lector (que puede ser el oyente) se ve obligado a conectar las dos ideas que se encuentran en terreno mucho más firme, en esta *conexión* residen el secreto y el misterio de la metáfora. Al hablar de la interacción de dos pensamientos en actividad simultánea se usa una metáfora para subrayar los aspectos dinámicos de la reacción de un buen lector ante una metáfora trivial [García, 2008, p. 14].

#### **I.4 Introduciendo la metáfora “el efecto mariposa”**

Siguiendo los estudios de Roman Jakobson podemos darnos cuenta de que no importa si realizamos versos poéticos o generamos metáforas, éste es de hecho un proceso creativo. Las selecciones y combinaciones que hagamos de las expresiones para generarlas no se dan al azar, pero tampoco es el resultado de repeticiones constantes. Pero si nos quedamos con esta tesis entonces tendríamos que afirmar que todo acto de habla o comunicación es creativo.



En este sentido lo primero que debemos hacer es definir qué entendemos por creatividad. Así descartaremos los verdaderos actos creativos de los demás. En el siguiente capítulo, además de llegar a una definición que nos dé un punto de partida, veremos cómo surge una idea creativa, qué proceso interviene en la generación de una nueva idea así como los elementos necesarios que hacen que una idea no solamente sea creativa sino socialmente creativa.

Una vez que hallemos un modelo que nos dé cuenta del surgimiento de una nueva idea en la ciencia lo aplicaremos a nuestro caso de estudio, la metáfora “el efecto mariposa” para ver cómo ésta se socializa y cobra importancia en la comunicación de la ciencia. Y es en el tercer capítulo que analizaremos la metáfora “el efecto mariposa” a fondo.

Veremos qué enfoque es el adecuado para definir qué tipo de metáfora es “el efecto mariposa”, así como en realidad a qué se refiere y si solamente puede describirse como *El solo aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas*. Además, analizaremos a fondo su significado, ya que al parecer tiene al menos dos interpretaciones [Fermendois, 2008, pp. 34-38]:

1.-Que “algo que pasa en un sitio del mundo repercute en otro lado del mundo”, deduciéndose de ahí que todo está interconectado y que entonces al menor cambio todo, en consecuencia, cambia.

2.-O que “un cambio muy pequeño puede ocasionar un gran cambio”. Refiriéndose a que los sistemas dinámicos no-lineales son muy sensibles a sus condiciones iniciales y cualquier perturbación, por muy imperceptible que parezca, podría ocasionar un gran cambio en su comportamiento a largo plazo.

Y por último veremos por qué esta metáfora es socialmente creativa.



## CAPÍTULO 2

# LA CREATIVIDAD Y EL SURGIMIENTO DE NUEVAS IDEAS

Elisa Contreras Peña, "Vuela a nuevos horizontes", 2009.



*“Las mariposas no pertenecen a las redes.”*

*Tr. Luis*

Elisa Contreras Peña, “Vuela a nuevos horizontes”, 2009, portada dibujada con lápices de colores. La cita de Tori Amos proviene de la canción “Mary [Tales version]” del álbum “A Piano: The Collection [Box set], disco 5”, 2006 [Audio CD] USA: Rhino Entertainment, a Warner Music Group company.



## **LA CREATIVIDAD Y EL SURGIMIENTO DE NUEVAS IDEAS**

### **II.1 Hacia una definición de la creatividad**

Aunque no hay una definición única ni general de qué es creatividad, existen diferentes opiniones y posturas en la literatura así como enfoques diversos en distintas disciplinas como la psicología, computación, literatura, filosofía, arte, etc. Por ejemplo, si buscamos en el diccionario, la palabra *crear* proviene de la palabra en latín *creare* que significa hacer algo de la nada.

Para Margaret Boden [Boden, 1994] la creatividad no puede surgir de la nada y tiene que ser más que simplemente algo nuevo. Para Charles Sanders Peirce [Peirce, 1966] lo creativo es lo nuevo y debe ser valioso, inteligible y original. Mihaly Csikszentmihalyi [Csikszentmihalyi, 1998] postula que la creatividad es cualquier acto, idea o producto que hace un cambio en un campo ya existente, o que transforma un campo ya existente en uno nuevo. Sternberg y Lubart [Sternberg, 1997] se centran en la persona creativa y manifiestan que ésta se considera así, cuando genera ideas relativamente nuevas, apropiadas y de alta calidad.

Podríamos continuar y ver que muchos más investigadores se han dado a la tarea de tratar de definir la creatividad, pero no se ha llegado a



un acuerdo general. A pesar de las múltiples y diversas posturas encontradas en la literatura, solamente podemos extraer las características más importantes como son que la creatividad se puede entender como la habilidad para generar actos, ideas o productos nuevos y originales; y que estos sean apropiados, inteligibles o valiosos.

## **II.2 La creatividad como proceso y como producto**

Según lo anterior entonces la creatividad se puede estudiar desde el proceso o desde el producto. En el caso de la metáfora “el efecto mariposa”, el producto es la metáfora en sí, y el proceso sería todo lo que implicó y llevó a su creación, desde que se generó la idea en los ámbitos científicos hasta que ésta se convirtió en una metáfora, herramienta muy importante para la comunicación de la ciencia.

Margaret Boden [Boden, 1994, pp. 51-67], una estudiosa de la creatividad, concuerda en que se debe distinguir entre proceso y producto, pero que no deben estudiarse por separado, además de que es dentro de estos análisis como podemos ir dilucidando mejor el concepto de creatividad. El proceso nos ayuda a responder cómo surge una idea creativa y el producto, en este caso la idea en sí, a responder por qué es creativa y en qué medida lo es.

Si hacemos un poco de historia y analizamos los enfoques que ayudan a entender la creatividad veremos que algunos tratan la creatividad como algo misterioso y que solamente llega a través de la inspiración divina. Platón lo formula así: “Un poeta es sagrado y nunca es capaz de componer hasta que esté inspirado, poseído y la razón ya no esté en él... porque no es por el arte que las articula, sino por el poder divino.” [Boden, 1994, p. 19]. La creatividad constaría de un acto completamente inconsciente y azaroso, sin posibilidad de explicarla de forma científica.



Otro enfoque lo vemos en Arthur Koestler quien explicaba que la creatividad se daba a través del acto de la intuición: “El momento de la verdad, la emergencia repentina de una nueva comprensión, es un acto de la intuición. Tales intuiciones dan la apariencia de destellos milagrosos o de cortocircuitos del razonamiento. De hecho, se los puede comparar con una cadena montañosa sumergida, de la cual sólo los extremos son visibles por encima de la superficie de la conciencia. El buzo se sumerge en un extremo de la cadena y emerge del otro lado, guiado por eslabones invisibles” [Boden, 1994, p. 20].

Henri Poincaré sugiere que la creatividad consta no solamente de un trabajo conciente sino también requiere de la combinación oculta de ideas inconscientes. Distinguió cuatro fases de la creatividad: preparación, incubación, iluminación y verificación (fases denominadas así más tarde por el matemático Jacques Hadamard). Poincaré destacaba la fase preparatoria y creía que se lograba como resultado de la activación de ideas relevantes en el inconsciente [Boden, 1994, p. 38]. Koestler y Poincaré avanzaron en el sentido de dar una descripción de la creatividad pero no en su explicación a detalle; además, solamente se centraron en el proceso.

### II.3 El surgimiento de una idea creativa en la ciencia

Desde que en 1938, el filósofo de la ciencia, Hans Reichenbach (1891-1953) establece una distinción entre lo que se llama *contexto de descubrimiento*<sup>1</sup> y *contexto de justificación*<sup>2</sup>, la investigación contemporánea y reflexión filosófica ha versado sobre este último, dejando a disciplinas como la psicología de la ciencia, al estudio del *contexto de descubrimiento*.

---

<sup>1</sup> Relacionado con el modo en que a un científico se le ocurren los distintos conceptos, hipótesis, leyes o teorías, dadas ciertas condiciones o circunstancias. [Díez & Lorenzano, 2002, p. 21].



Pero si nos preguntamos, por ejemplo, si existe alguna lógica en el surgimiento de una nueva idea en la ciencia entonces podemos ver si podemos hacer reflexiones filosóficas dentro del *contexto de descubrimiento*.

Las posturas y modelos que describiré a continuación nos ayudarán a entender cómo surge una idea en la ciencia y cómo ésta se comunica a la sociedad. Se podrá notar que entre éstos hay serias diferencias, algunos son opuestos entre sí y algunos se complementan con otros. Al analizar cada uno de ellos podremos comprender qué es una idea creativa y cómo se obtiene, también comprenderemos por qué es el último modelo el más adecuado para analizar el surgimiento de la metáfora “el efecto mariposa”, primero como una idea en los ámbitos científicos y después como herramienta de comunicación.

### **II.3.1 Popper y la lógica del descubrimiento**

Desde la filosofía se ha estudiado el tema de la creatividad con diferentes visiones; hay algunas posturas que concluyen que la creatividad científica no podría más que ser una invención formal. En un compendio editado por Daniel Rothbart de algunos de los trabajos de Rom Harré, en la sección de falsas teorías sobre la creatividad, Harré compara dos visiones, la del positivista lógico y la del inductivista. Él concluye que para ellos el pasar de un hecho a una teoría se lograría por una adición puramente formal de la generalización del hecho observado y por una axiomatización lógica de las leyes que se derivan. No habría lugar para ningún tipo de creatividad. [Rothbart, 2004, p. 99]. Para ver esto más de cerca veamos las visiones de un positivista lógico y un inductivista:

---

<sup>2</sup> Relacionado con el modo en que, una vez que a un científico se le ocurre algo –sea un concepto, una hipótesis, una ley o una teoría–, e independientemente de cómo se le ocurrió, se determina la justificación, validez, legitimidad o fiabilidad de dicho descubrimiento. [Díez & Lorenzano, 2002, p. 21].



«Un positivista lógico, desde su forma de pensar extrema de empirismo, postula que no sólo las teorías se justifican en la medida en que se pueden verificar apelando a los hechos conocidos mediante la observación, sino que además se considera que sólo tienen significado en tanto se puedan derivar de este modo» [Chalmers, 2004, p. 7].

«Un inductivista postula que si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de  $P$  y si todos los  $P$  observados poseen sin excepción la propiedad  $Q$ , entonces todos los  $P$  tienen la propiedad  $Q$ » [Chalmers, 2004, p. 27].

Podemos ver que la creatividad necesaria para la invención de nuevos conceptos solamente sería una ilusión, según Harré, ya que el contenido *nuevo* se añadiría por las revelaciones de la experiencia, según un inductivista. Y también para un positivista lógico este retoño de nuevos conceptos podría tener en el mejor de los casos un propósito literario, suministrando una clase de apariencia atractiva a estructuras proposicionales y ligando conceptos que solamente tienen importancia lógica como puentes de un estado observacional a otro [Rothbart, 2004, p. 99].

De esta forma, siguiendo la visión inductivista-positivista, el acto creativo entonces sería estrictamente dispensable, puesto que todo lo que es esencial para la ciencia estaría contenido en conceptos descriptivos, y la lógica y las partículas gramaticales serían los conectivos de su estructura como un discurso. No habría tal cosa como el estudio del surgimiento de ideas creativas [Rothbart, 2004, p. 99].





En contraste, si nos hacemos la pregunta ¿La invención de ideas es una especie de ocurrencia accidental mediado por un proceso psicológico? Karl Popper contestaría afirmativamente, si nos enfocamos únicamente en el momento *Eureka* del descubrimiento, y de hecho en su libro *Conjeturas y refutaciones* [Popper, 1972] postula que el científico inventa las nuevas ideas al conjeturar hipótesis arriesgadas para luego comprobarlas con las observaciones o los experimentos. Pero apunta que el proceso de generación de esas ideas debe dejarse a la psicología y que se obtienen a través de un proceso aleatorio sin una lógica que la guíe o la regule.

En otro libro de Popper llamado *La lógica de la investigación científica* podemos constatar esta última afirmación:

“La etapa inicial, el acto de concebir o inventar una teoría, no me parece que exija un análisis lógico ni sea susceptible de éste. La cuestión acerca de cómo se le ocurre una idea nueva a una persona –ya sea un tema musical, un conflicto dramático o una teoría científica– puede ser de gran interés para la psicología empírica; pero carece de importancia para el análisis lógico del conocimiento científico [Popper, 1991, p. 30].

...no existe, en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas, ni una reconstrucción lógica de este proceso. Puede expresarse mi parecer diciendo que todo descubrimiento contiene ‘un elemento irracional’, o ‘una intuición creadora’...” [Popper, 1991, p. 31].

Si Popper tuviera razón, no habría forma de saber cómo se logra una idea creativa y parecería un producto del azar. Aumentando el mito de que





un científico logra sus ideas brillantes como por acto de magia, marcado por un momento *Eureka*, en el cual *se le prende el foco* y el descubrimiento tiene lugar. Esta afirmación la podemos encontrar en el artículo de Atocha Aliseda llamado *Sobre la lógica del descubrimiento científico de Popper*:

“La idea común acerca de la posición de Popper afirma que los problemas de descubrimiento no pueden ser estudiados dentro de las fronteras de la metodología, pues él niega explícitamente la existencia de una explicación lógica de los procesos de descubrimiento, y considera que su estudio es un asunto que compete a la psicología [Aliseda, 2004, p. 124].

...su posición de dejar el momento *Eureka* fuera del alcance del análisis lógico concuerda perfectamente con su lema: ‘no existe, en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas’...” [Aliseda, 2004, p. 127].

Si bien no hay hasta ahora una lógica contundente que muestre cómo es que surge una nueva idea en el descubrimiento científico, sí se han propuesto modelos de creatividad que más adelante describo, pero antes explicaré en la siguiente sección qué es el momento *Eureka*.

### **II.3.2 Momento *Eureka*, serendipia o casualidad.**

El momento *Eureka* al que se refiere Karl Popper en la sección anterior es el momento en el que el descubrimiento de algo tiene lugar, podríamos definirlo como el momento en el que una persona grita “ajá” o “eureka, lo encontré”. Un ejemplo lo encontramos en el descubrimiento de *El Principio de Arquímedes*, este principio postula que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical, dirigido de abajo a arriba, igual al peso del fluido que desaloja. El matemático griego Arquímedes (Siracusa 287-id. 212 a. J.C.) descubrió esta ley del desplazamiento que relaciona volumen



y densidad. La historia cuenta que el rey de Siracusa quería comprobar que una corona que había encargado a un mercader era de oro puro y no una aleación con otro de metal. Le encargó a Arquímedes que le diera una respuesta sin dañar la corona. Arquímedes comenzó a buscar las posibles soluciones y un día al querer tomar un baño, él se introdujo en una bañera y observó cómo su cuerpo desplazaba hacia arriba una masa de agua equivalente al volumen sumergido. Arquímedes se dio cuenta de que ese efecto podría usarse para determinar el volumen de la corona, ya que debido a que el agua no se puede comprimir, la corona, al ser sumergida, desplazaría una cantidad de agua igual a su propio volumen. Al dividir el peso de la corona por el volumen de agua desplazada, se podría obtener la densidad de la corona. Esta densidad sería menor si otros metales más baratos y menos densos le hubieran sido añadidos. Arquímedes saltó de su baño exultante y corrió desnudo a través de las calles de Siracusa gritando “¡Eureka!”. Había resuelto el problema que lo había preocupado durante varios días: cómo medir el volumen de un objeto de forma irregular, tal como una corona de oro [Boden, 1994, p. 20]. Se dice que desde entonces se le conoce a este tipo de descubrimientos como el momento *Eureka*, esta palabra, cuya raíz es griega, está en primera persona del singular del verbo *eurisko* y significa encontrar.

Otro tipo de descubrimiento es el llamado descubrimiento por serendipia o casualidad. La palabra serendipia<sup>3</sup> se define como la facultad de realizar descubrimientos felices e inesperados por accidente. Fue originalmente acuñada por Horace Walpole en una carta que le mandó a Sir Horace Mann, el 28 de enero de 1754. Su inspiración vino de una historia que cuenta las aventuras y desventuras de tres príncipes. En palabras de Walpole:

---

<sup>3</sup> “The faculty of making happy and unexpected discoveries by accident”, New Oxford English Dictionary.



“Este descubrimiento es casi de un tipo que yo llamo serendipia, una palabra muy expresiva... Una vez leí un tonto cuento de hadas llamado *Los tres príncipes de Serendip*<sup>4</sup>... en sus viajes, ellos siempre hacían descubrimientos, por accidente y sagacidad, de cosas que ellos no estaban buscando<sup>5</sup>” [Remer, 1965, p. 20].

Robert King Merton, sociólogo de la ciencia, publicó un artículo en 1948 sobre cómo es que hechos empíricos no anticipados (imprevistos o inesperados), anómalos (o sorprendivos) y estratégicos, facilitan el inicio de una teoría: el patrón de serendipia se refiere justamente a la experiencia común de observar un dato no esperado, anómalo y estratégico, y que contribuya en ese momento al desarrollo de una nueva teoría o a la extensión de una teoría ya existente [Van Andel, 1994, p. 633].

En primer lugar, hay que notar que el dato no es anticipado. Es el que aparece en una investigación cuando se quiere probar una hipótesis y en lugar de obtener un resultado directo, lo que se obtiene es un producto “por casualidad”, es decir una observación inesperada. En segundo lugar, la observación es anómala o sorprendente, debido a que aparece sin formar parte de la teoría prevaleciente o de otros hechos establecidos. De cualquier forma esta aparente inconsistencia provoca curiosidad al investigador y lo estimula a hacer que el dato tenga sentido y adecuarlo dentro de un amplio marco de conocimiento. En tercer lugar, el hecho inesperado debe ser estratégico, es decir, que debe conducir a implicaciones que ayuden a la generalización de la teoría. Para esto se requiere de un observador sensible a la teoría y que pueda detectar lo universal en lo particular [Van Andel, 1994, pp. 634-636].

<sup>4</sup> Serendip es el nombre antiguo de Ceilán (hoy Sir Lanka).

<sup>5</sup> “...they were always making discoveries, by accidents and sagacity, of things which they were not in quest of...” [Remer, 1965, p. 20].



Un ejemplo famoso de serendipia es el descubrimiento de la penicilina por parte del médico escocés Alexander Fleming (1881-1955). Por falta de espacio nos remitiremos solamente al hecho casual que lo llevó a descubrir la penicilina y por lo que se ajusta a un descubrimiento por serendipia. Pero no debemos olvidar que la obra de Fleming es amplia y consistente, no se debe tanto a la casualidad sino a la continuidad lógica entre sus trabajos. Sus aportaciones científico-médicas pueden agruparse en cuatro grandes ámbitos: aportaciones y mejoras a las técnicas de su época, estudio de las heridas sépticas, descubrimiento de la lisozima y su trascendencia biológica, y el descubrimiento de la penicilina y sus repercusiones biomédicas [Camacho, 2001, p. 11].

En el siguiente relato tomado del libro *La penicilina prodigiosa* de José Camacho Arias podemos constatar los tres requisitos básicos de la serendipia en el descubrimiento de la penicilina:

“La espora del hongo hifomiceto, recién desprendida del *Penicillium* madre, flotaba en el aire; quizá provenía del piso de abajo, donde existía un laboratorio de investigación micológica con multitud de especies de hongos. Era a finales de julio de 1928, fechas en las que la gente se apresuraba a finalizar las tareas pendientes antes de partir de vacaciones. En el Departamento de Inoculación, el trajín era continuo y el ir y venir de unos y otros llevó a la espora hacia el piso superior, donde acabó por entrar en uno de los cuartos próximos a la escalera; allí, un hombre menudo se ocupaba tranquilamente de cubrir con agar unas placas de Petri, en una de las cuales cayó la espora fortuitamente. Luego, el hombre iría sembrando cada uno de aquellos cultivos con un peligroso microbio, el *Staphylococcus aureus*, para comprobar la relación entre sus variaciones de tonalidad y su poder patogénico. Quizá la espora del hongo se introdujese en otro momento, tras la operación de siembra con el mortal estafilococo, aunque eso resultaba indiferente para el moho; una a una, aquellas placas irían a la estufa para incubaciones bacteriológicas, donde pasarían no menos de 24 horas a unos 37°C. Sin embargo, algo distrajo la atención del laborante, persona agradable y siempre atenta a cualquier incidencia o comentario: una de las placas quedó fuera en aquel descuido y permaneció amontonada en su mesa de trabajo junto a viejas preparaciones. El experimento con la incubadora concluyó al día siguiente y nuestro hombre extrajo los cultivos para anotar con su acostumbrada minuciosidad los resultados en un cuaderno; esperaba que mejorase el tiempo, bastante fresco para estar a fines de julio, pues dentro de poco saldría con su esposa y su pequeño hijo de vacaciones.



Por fortuna, a primeros de agosto el calor volvió y durante todo el mes la familia disfrutó de unas reposadas vacaciones en un pueblecito no demasiado lejos de Londres; las cosas seguían su marcha y, a su regreso, el hombre esperaba encontrarse en el laboratorio con un esperado nombramiento de profesor de la universidad.

Llegado septiembre, volvió al trabajo con el ánimo renovado. Debía organizar la tarea que le esperaba en la nueva temporada, con un nuevo compañero y nuevas responsabilidades; pero justo uno de aquellos días, cuando más ocupado se encontraba, apareció un antiguo colaborador para “ver cómo marchaban las cosas por allí”. Amable por naturaleza, el investigador lo atendió. Le habló de todo el trabajo pendiente que se había acumulado desde su partida, aunque la conversación derivó pronto hacia la curiosa conexión entre la capacidad patogénica de los estafilococos y el color de sus colonias en cultivo; como ejemplo le mostró las placas de Petri que, en aquellos momentos, desechaba:

-Fíjese en ésta. Observe las tonalidades y vea aquí anotado su poder infectante..

El visitante observaba atentamente,

-¿A qué cree debida esa relación? –le preguntó éste.

-No sé. Tal vez –comentó el hombre– sea por la pigmentación. Que contenga alguna sustancia que haga más difícil su control por los fagocitos.

Recogió otra placa y la miró al trasluz con intención de ampliar sus explicaciones. En ese momento se percató de que un hongo gris verdoso crecía en un lado del cultivo y que las colonias áureas del estafilococo sólo aparecían a prudencial distancia.

-¡Qué interesante es esto! –se dijo.

-¿Qué? –preguntó el visitante.

-Mire, un moho interrumpe el crecimiento del bacteriano. ¿Por qué cree que será?

El visitante, un joven médico muy volcado hacia la patología, pensó: “Después de un mes, ¿qué querrá? Lo normal, tras tanto tiempo y con este desorden que siempre tiene, es que haya otras placas contaminadas”.

La visita concluyó, pero el hombre había dejado intencionalmente a un lado la muestra con el hongo; deseaba pensar en el asunto más a fondo y consultar con sus colegas. Se pasó el día estudiando el fenómeno al microscopio y mostrando la placa a cuantos encontraba para oír sus opiniones; hasta el que, a pesar de su jubilación, seguía siendo su jefe se vio forzado a escucharlo y a mirar el resultado del hongo furtivo. Más tarde, el especialista en hongos del laboratorio comprobó que se trataba de un organismo del grupo de los *Penicillium*, bien conocido desde antes, aunque éste era singular, al destruir las bacterias en competencia” [Camacho, 2001, pp. 85-88].



Según el relato anterior lo que Fleming obtuvo en 1928 fue una observación inesperada, el hecho de que la espora del hongo se introdujera en la caja de Petri fue fortuito y además fue sorprendente. Pero Fleming no se limitó a retirar la placa “estropeada” por la presencia del moho, sino que se interesó especialmente en ella. Tras obtener unas muestras y realizar una serie de comprobaciones, su espíritu práctico hizo que buscara enseguida posibles aplicaciones terapéuticas y como reactivo de laboratorio [Camacho, 2001, p. 89]. Pero además ese hecho inesperado fue estratégico y lo condujo a grandes implicaciones en la rama de la medicina. Sin embargo, Fleming con una mente selectiva, su facilidad de observación, sus dotes inventivas aunado a su formación como médico bacteriólogo, acostumbrado a tratar las infecciones sifilíticas, tuberculosas y de guerra, fue lo que posiblemente impulsó su búsqueda, en la que llegaría más allá que otros colegas y que lo llevó a encontrar algo que resultase eficaz contra las bacterias dañinas y que fuese tolerado por los tejidos biológicos revolucionando una parte de la medicina de aquel tiempo [Camacho, 2001, p. 89].

A este tipo de descubrimientos se le conocen como descubrimientos por serendipia o descubrimiento por casualidad, pero como veremos más adelante, no es el momento *Eureka* o la serendipia la explicación más adecuada sobre lo que conduce a tener nuevas ideas creativas.

### **II.3.3 Los tres reinos de Rom Harré**

Rom Harré, quien a lo largo de sus investigaciones y al hacerse preguntas como ¿Qué es una idea creativa y cómo surge? ¿De dónde surgen los conceptos en una teoría científica?, analiza no sólo el contenido de una teoría sino su génesis. Para contestar a estas y otras cuestiones parecidas Harré afirma que crear es producir o generar lo que no ha existido antes y no sólo eso, crear es generar algo que hasta ese momento es desconocido.



En la ciencia el producto más obvio de creatividad es una clase de discurso, el flujo de la teoría. Pero la teoría es en sí un producto secundario y la define como una descripción de cosas y productos potenciales que producen el fenómeno de nuestra experiencia. Pero agrega que, al menos al inicio, esas cosas potenciales y los procesos descritos en la teoría no son parte de la experiencia, ya que la creatividad ocurre cuando estamos imaginando y concibiendo las ideas de esas cosas posiblemente potenciales [Rothbart, 2004, p. 99].

Por otro lado si una teoría suministra entendimiento ésta debe ser inteligible. Y, según Harré, la inteligibilidad se deriva de las entidades y formas novedosas que se conciben en la imaginación científica creativa. Así que la novedad debe tener una conexión con lo conocido. Y la única conexión posible que permite la novedad y la inteligibilidad, es una analogía (modelo analítico). Ésta nos permite comprender tanto el origen como el uso de los conceptos en la creación de los hechos de una teoría. Entonces debemos considerar el proceso en función de una analogía, a la que Harré denomina «analogía analítica» [Rothbart, 2004, p. 99].

Según Harré, primero necesitamos una analogía analítica que actúe sobre la experiencia común para seleccionar patrones observados. Estos patrones son reales, por lo tanto deben estar producidos por un mecanismo real. En las fases iniciales éste no es observable, por lo cual está relacionado de modo problemático con un «suplente» temporal que guía la investigación. Este es el proceso imaginario pensado sobre la base de una analogía analítica con un modelo de origen (diferente del modelo analítico) o análogo. Los elementos de este esquema no tienen por qué estar en la mente de una persona. Es posible que la totalidad de los componentes necesarios se vea realizada tan sólo en una comunidad de científicos, en un equipo de investigación. Unos desarrollan el análogo





analítico y otros el análogo de origen, y así sucesivamente [Harré, 1989, p. 57].

Un ejemplo procedente de las ciencias físicas para explicar el uso de analogías analíticas sería como el siguiente:

Robert Boyle (1627-1691) uno de los creadores de la física experimental, quien estableció las leyes de la presión de fluidos, describió un barómetro portátil y escribió sobre calor, frío y electricidad; en 1657 estaba interesado en el problema del vacío. ¿Por qué no existían vacíos naturales en el mundo ordinario? ¿Se debía a una prohibición divina o era el efecto de un proceso natural? Boyle pensaba que si el aire era elástico, tendería a expandirse para llenar los sitios vacíos cuando éstos se formasen [Harré, 1989, p. 52]. Junto con Robert Hooke (1635-1703) construyó una máquina que se basaba en la bomba de aire del físico alemán Otto von Guericke (1602-1686), en la que realizó una serie de experimentos acerca de las propiedades del aire, entre sus resultados están que estableció que el aire era comprimible, demostró que el sonido no se transmite en el vacío y por primera vez demostró la aseveración de Galileo acerca de que en el vacío, una pluma y un trozo de plomo caen a la misma velocidad. Pero un resultado muy importante, que después se convirtió en lo que hoy llamamos la ley de Boyle-Mariotte «presión  $\times$  volumen = una constante», es al que llegó al entender la relación que hay entre la presión y el volumen de un gas dentro de un recipiente [García-Colín, 1987, p. 35].

Según Harré, lo que Boyle hizo para poder llegar esa ley fue una analogía analítica entre lo que todavía no observaba y algunos patrones observados construyendo un modelo que le permitiera entenderlos. Cargó un muelle de metal, la analogía analítica para Harré, con un peso y éste se comprimió. Entonces Boyle estudió las propiedades del muelle midiendo la cantidad de compresión causada por diferentes pesos. Se dio cuenta de





que el volumen ocupado por un gas es inversamente proporcional a la presión con la que el gas se comprime y también que, si se elimina la presión, el aire recupera su volumen original. Boyle se convenció de que el aire estaba compuesto por pequeñas partículas separadas por espacio vacío [Harré, 1989, pp. 52-53].

La analogía analítica por lo tanto es una combinación de nuevas cosas y procesos, los cuales deben parecerse a cosas y procesos conocidos de alguna forma, pero podrían no parecerse en alguna otra. La analogía analítica como proceso surge en la imaginación científica creativa y Rom Harré la estudia en algunos de sus actos y examina algunas de las dificultades y disciplinas que se han desarrollado para saber cómo es que surge la teorización en los científicos. Que más que serendipia, se trata de ideas estrictas de lo que es posible. Harré propone que el reino de la realidad empírica parece extenderse más allá de lo que podemos tener experiencia [Rothbart, 2004, pp. 99-100]. Esto lo veremos más a fondo a continuación, al analizar su propuesta de tres reinos de la realidad.

El *reino 1* es el que se conforma de los entes que hemos observado. Este reino incluye objetos cotidianos (de todos los días) así como aquellos tipos de entes que las ciencias han hecho visibles, audibles, etc., como las bacterias y los asteroides [Rothbart, 2004, p. 47].

El reino de los entes que no han sido observados en algún momento de la historia de las ciencias se divide difusamente en dos subreinos. De esta forma el *reino 2* se conforma de los entes que podrían ser observados si tuviéramos los medios técnicos. Antes del advenimiento del microscopio electrónico, los virus y las redes moleculares fueron hasta entonces inobservables. Eran entes del *reino 2*. El desarrollo de nuevas tecnologías



de instrumentación cambiaron el estatus de esos entes que ahora los tomamos y los incluimos en el *reino 1* [Rothbart, 2004, p. 47].

Sin embargo, los desarrollos de la modelación en física y química, cosmología y aún en la psicología, han forzado a los científicos a incluir en la esfera de la ciencia un reino de entes que nunca podrían observarse. Llamemos al dominio de estos entes el *reino 3*. Entes típicos del *reino 3* incluyen monopolos magnéticos, cuerdas y gravitones, y muchos otros. La creación de modelos para representar los entes del *reino 3* es un proceso cognitivo muy diferente de la modelación de los entes del *reino 2* [Rothbart, 2004, p. 47].

Los *reinos 1, 2 y 3* se traslapan. Este hecho será muy importante al tratar de entender cómo los proyectos de la investigación científica son planeados y ejecutados. Rom Harré propone el siguiente diagrama para la introducción de los 3 reinos [Rothbart, 2004, p. 47].

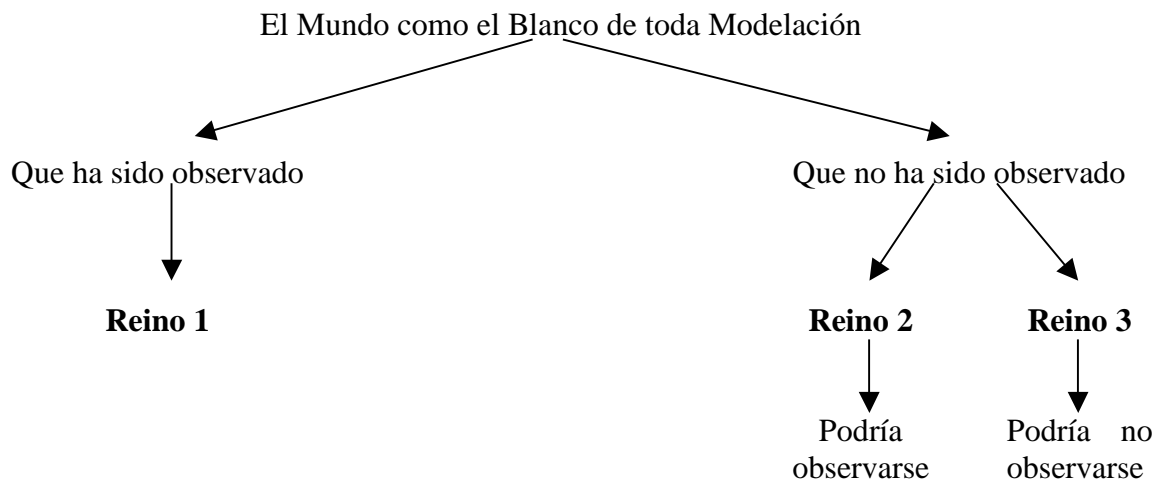


Diagrama 2.3.3-1.-Los tres reinos de Rom Harré [Rothbart, 2004, p. 48].



La visión de Rom Harré es realista; de acuerdo con esta visión los conceptos de la teoría refieren a *procesos reales posibles* en las estructuras reales de las cosas, y de esta forma la introducción de un nuevo concepto aumenta la posibilidad de experiencia y añade algo a nuestra concepción del mundo [Rothbart, 2004, p. 100].

Pero los filósofos realistas de la ciencia difieren fundamentalmente en si la aparición de una nueva teoría o de sus conceptos que la componen dentro de una comunidad científica, y presumiblemente una vez que está en la mente de un científico, es un proceso que es susceptible de análisis racional, y entonces se reduzca a que siga obedientemente ciertos cánones. De esta forma algunos filósofos realistas mantienen una teoría puramente psicológica (y por lo tanto serendipia) de la creación científica [Rothbart, 2004, p. 100].

Si estudiamos algunos casos con más detalle como el de Kepler<sup>6</sup>, la visión de algunos investigadores es que la invención científica es algún tipo de ocurrencia accidental, mediada por procesos psicológicos y misteriosos para el inventor mismo. Estas ocurrencias son una combinación histórica, biográfica y psicológica. Pero este análisis de la vida intelectual de Kepler descubre ciertas preparaciones, que cualquiera debe garantizar si se espera un *descubrimiento*, en el sentido de la invención de un nuevo concepto brindando orden a los datos. Es decir, podemos ver que Kepler ya tenía el concepto de elipse, como una forma, tanto geométrica como analítica, antes de que pudiera aplicarla creativamente al problema de darle sentido a la órbita de Marte [Rothbart, 2004, p. 100].

---

<sup>6</sup> Kepler (Johannes), astrónomo alemán (Weil der Stadt, Württemberg, 1571-Ratisbona 1630). Partidario convencido del sistema heliocéntrico de Copérnico, descubrió, gracias a las precisas observaciones de Tycho Brahe, de quien fue ayudante y sucesor, las leyes del movimiento de los planetas (leyes de Kepler); la primera de esas leyes postula que las órbitas de los planetas son elipses, en uno de cuyos focos se encuentra el Sol (1609) [Espinosa, 2004, pp. 21-25].



Rom Harré propone que entonces hay dos etapas en el proceso de creación, la invención o adquisición del concepto requerido y el uso novedoso de este concepto, brindando alguna *nueva idea* en los datos, ya que una vez que hemos adquirido el concepto de repente el mundo está lleno de éstos, y lo que es más, no solamente debe estar presente la forma específica de la imagen o concepto en la mente del creador, sino que éste debe tener una mente preparada para ese tipo de forma, como lo estaba preparado Kepler para una órbita de armoniosas proporciones, la elipse [Rothbart, 2004, p. 100].

Kepler había estudiado una gran analogía analítica específica de la órbita de Marte, llamada la elipse geométrica, y conoció a fondo sus propiedades, y las varias consecuencias que siguieron de esas propiedades, como la razón de los semidiámetros. Y por sus estudios posteriores podemos darnos cuenta de que él se había convencido de la verosimilitud de una imagen global del universo, por lo que intenta encontrar una forma geométrica regular que corresponda y represente la órbita de Marte en un sentido perfecto [Rothbart, 2004, p. 100].

De esta forma, Rom Harré concluye que la elección prudente de la analogía analítica constituye el principio de descubrimiento de cierta estructura. Entonces la ciencia comienza con lo que podríamos denominar la «experiencia común», pero a ello le añadimos un modelo analítico y de esta forma obtenemos lo que hasta ahora había sido invisible sin ese modelo, que además estaba fuera de nuestra experiencia. Y así es como se van construyendo los nuevos conceptos en las teorías científicas [Rothbart, 2004, p. 100].



### II.3.4 Lógica creativa o resolución de problemas

Si nos hacemos las siguientes preguntas: ¿puedo yo ser alguien creativo? ¿existe un método para lograr la creatividad e imaginar conceptos novedosos?, podemos ver que el economista Herbert Simon (1916-2001) [Aliseda, 2004, pp. 122-123] es uno de los que abre la discusión sobre la posibilidad de una lógica del descubrimiento y, por lo tanto, de una lógica en el surgimiento de una idea creativa. Y con él se abren muchas posibilidades de estudiar la creatividad desde sus procesos, comprendiendo, además, que la creatividad no es el resultado de actividades repetitivas, método inductivo, pero tampoco de serendipia o sucesos fortuitos, método de conjeturas y refutaciones de Popper. Una forma de explicar los cambios en las teorías es la que se da a consecuencia de anomalías o hechos sorprendentes.

Estudios más recientes muestran que tal vez una de las lógicas más adecuadas que explican un hecho sorprendente es la lógica abductiva. Atocha Aliseda en su artículo “Lógicas del descubrimiento científico” afirma que para Peirce “...el razonamiento abductivo es fundamental en toda pesquisa humana. La abducción juega un papel en la percepción, en donde: ‘La sugerencia abductiva nos viene como un destello’ y también está presente en el proceso general de la invención: ‘Ella [la abducción] es la única operación lógica que incorpora nuevas ideas’ ” [Aliseda, 2006b, p. 4].

Una explicación general de la abducción la podemos encontrar en el libro de *Abductive Reasoning* de Atocha Aliseda: “Un tema central en el estudio del razonamiento humano es la construcción de explicaciones que nos den un entendimiento del mundo en que vivimos. En general, la abducción es un proceso que invoca la explicación de una observación sorprendente. Un ejemplo típico es la que se da cuando se hace un



diagnóstico médico. Cuando una doctora observa un síntoma en un paciente, ella construye hipótesis sobre sus causas posibles, basadas en su conocimiento de las relaciones causales entre las enfermedades y los síntomas... ” [Aliseda, 2006a, p. 27].

A diferencia de la lógica inductiva o deductiva, en la lógica abductiva primero tenemos el hecho observado que es sorprendente, en el caso del diagnóstico médico es la enfermedad, y después construimos las posibles explicaciones, en nuestro ejemplo las hacemos con los síntomas y el conocimiento de la doctora.

Según Aliseda, “el fenómeno abductivo tiene una estructura general, caracterizado en novedad y anomalía abductiva y más aún, que el proceso abductivo va más allá de la forma argumentativa para convertirse en un cambio epistémico de creencias.” [Aliseda, 2006, p. 6]. Este razonamiento abductivo se dispara por un hecho sorprendente, pero es una sorpresa relativa, ya que lo que puede ser sorprendente para determinada teoría podría no serlo para otra [Aliseda, 2006, p. 7].

Lo importante en la abducción es tratar entonces de explicar cómo surge ese hecho sorprendente, que es novedoso o anómalo, y que requiere de explicación. En el caso de que sea novedoso, el fenómeno a explicar es totalmente nuevo y consistente con la teoría, por lo que su explicación se calcula y se incorpora a la teoría por la operación de extensión. En el caso de que el hecho sea anómalo, la operación de revisión es necesaria para incorporarlo. Así, la teoría se revisa de tal forma que su modificación no esté en conflicto con el hecho a explicar y a continuación se calcula la explicación y se incorpora a la teoría revisada por expansión [Aliseda, 2006, p. 8].



### **II.3.5 Combinación de factores para el acto creativo: Modelo de Mihaly Csikszentmihalyi**

De acuerdo con las visiones anteriores, hay autores que afirman que una idea creativa surge por serendipia, que es una búsqueda heurística de resolución de problemas o que existe una lógica del descubrimiento pero no un acto creativo; hay quienes, por el contrario, postulan que en realidad no existe una lógica que conduzca al surgimiento de nuevas ideas. Pero hay autores como Mihaly Csikszentmihalyi (psicólogo y estudioso de la creatividad), que postulan que una idea creativa se logra a través de una combinación de elementos, implicando tanto el proceso creador como el producto creativo, y que la socialización es una parte crucial de la creatividad.

Mihaly Csikszentmihalyi cambió la pregunta de qué es la creatividad por dónde está la creatividad. Para Csikszentmihalyi la creatividad existe en la interacción entre el individuo (quien crea las nuevas ideas basadas en el dominio de conocimientos previos), el campo simbólico (que tiene una serie de reglas y procedimientos aceptados por el grupo de expertos) y la cultura (que se conforma del capital cultural en el entorno familiar y comunitario, y se encarga del reconocimiento social): el individuo produce, el campo estimula y la cultura selecciona (ver figura 2.3.5-1). Y agrega: “La creatividad es una actividad mental que induce a una idea o acción nuevas basadas en el dominio de los conocimientos previos” [Csikszentmihalyi, 1998, pp. 46-47].

Pero la creatividad no se produce dentro de la mente de las personas, sino en una interacción entre los pensamientos de una persona y un contexto sociocultural, es un fenómeno sistémico más que individual. Para tener algún efecto, la idea debe expresarse en términos que sean comprensibles para otros, debe aceptarse por los expertos del campo



simbólico y finalmente debe incluirse en el campo cultural al que pertenece; es muy importante que la idea creativa se acepte socialmente. Csikszentmihalyi afirma que el que se produzca una idea creativa podría ser el fruto de la casualidad, de la perseverancia o de estar en el lugar correcto en el momento oportuno; puesto que la creatividad está constituida conjuntamente por la interacción entre dominio, campo e individuo, el rasgo de creatividad personal puede ayudar a generar la novedad que modifique dicho campo, pero no es una condición suficiente ni necesaria para ello [Csikszentmihalyi, 1998, pp. 41-47].

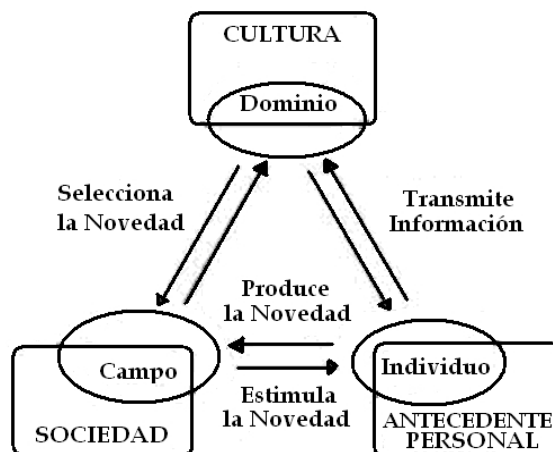


Figura 2.3.5-1.-Modelo de creatividad de Mihaly Csikszentmihalyi [Saunders & Gero, 2002, p. 81].

Una persona no puede ser creativa en un campo en el que no ha sido iniciada. Por enormes que sean las dotes matemáticas que pueda tener un niño, no será capaz de hacer una aportación a las matemáticas sin aprender sus reglas. Pero, aun cuando se aprendan las reglas, la creatividad no se puede manifestar si falta un ámbito que reconozca y legitime las aportaciones novedosas. Posiblemente, un niño podría aprender matemáticas por su cuenta si hallara los libros y los mentores adecuados, pero no puede hacer modificación alguna en el campo a menos que así lo reconozcan los expertos, quienes darán testimonio de la utilidad de la aportación. La creatividad no se puede separar de su reconocimiento [Csikszentmihalyi, 1998, p. 47].





Según Csikszentmihalyi, hay diferentes niveles de creatividad: el primer nivel son las personas brillantes que tienen una mente ágil junto con aficiones diversas. El segundo nivel son las creativas, talentosas y diestras; tienen ideas nuevas quizás aisladas, pero no aportan nada al cambio en la forma de pensar de la cultura. Y el tercer nivel son las denominadas personalidades de mente creativa, cuyas aportaciones han cambiado paradigmas, han influido en la cultura y cruzan las fronteras de un campo simbólico en un mundo cada vez más especializado, establecen conexiones con ramas adyacentes del conocimiento para enriquecer la cultura y mejorar la calidad de vida, y se les conoce como personas socialmente creativas. Ejemplo de ellos son Leonardo da Vinci, Albert Einstein o Wolfgang Amadeus Mozart [Csikszentmihalyi, 1998, pp. 43-44].

Después de haber revisado las diferentes posturas y modelos del surgimiento de una idea creativa toca el turno de analizar el surgimiento de la metáfora “el efecto mariposa”, mismo que presentaré en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3

**ANÁLISIS DE LA METÁFORA**

**“EL EFECTO MARIPOSA”**



Elisa Contreras Peña, “El efecto mariposa”, 2009.

*“Debido a que las cosas cambian muy rápido..  
..es mejor que traigas tu propio sol, dulce chica”.*

*T. Luis*

Elisa Contreras Peña, “El efecto mariposa”, 2009, portada dibujada con lápices de colores. La primera línea de la cita de Tori Amos proviene de la canción “Winter” del álbum “A Piano: The Collection [Box set], disco 1”, 2006 [Audio CD] USA: Rhino Entertainment, a Warner Music Group company. La segunda línea de la cita de Tori Amos proviene de la canción “Welcome to England” del álbum “Abnormally Attracted to Sin”, 2009 [Audio CD] USA: Universal Republic Records.



## **ANÁLISIS DE LA METÁFORA “EL EFECTO MARIPOSA”**

### **III.1 Introducción**

Para el público en general y para la mayor parte de la comunidad científica, la metáfora “el efecto mariposa” captura la esencia del comportamiento caótico<sup>1</sup> de los sistemas dinámicos no-lineales: dependencia a la sensibilidad de las condiciones iniciales. En un sistema dinámico no-lineal, un cambio en las condiciones iniciales por mínimo que sea (por ejemplo, uno como el simple aleteo de una mariposa) puede conducir a cambios radicalmente diferentes en su comportamiento, que en principio puede ser periódico y como resultado de ese cambio evolucionar en un comportamiento caótico, dificultando su posibilidad de predicción [Espinosa, 2004, p. 59]. Pero, ¿esta metáfora en realidad captura la esencia del comportamiento caótico de un sistema dinámico o está sujeta a otras interpretaciones? ¿cuál es el origen de esta metáfora? ¿esta metáfora es producto de un solo hombre? ¿en dónde radica su creatividad? Estas preguntas las contestaré en este capítulo y para comenzar a responderlas haremos un recorrido histórico de qué es y cómo se creó esta metáfora, veremos qué tipo de metáfora es “el efecto mariposa” y con la ayuda de los modelos de creatividad veremos por qué se le considera una metáfora socialmente creativa.

---

<sup>1</sup> El comportamiento caótico es el que presentan los sistemas dinámicos no-lineales gobernados por leyes determinísticas, el cual es aparentemente azaroso o impredecible. Los diferentes comportamientos que los sistemas dinámicos no-lineales pueden presentar son los siguientes: constante, periódico, cuasiperiódico, caótico y aleatorio principalmente, y otros intermedios. [Espinosa, 2004, p. 16].



### III.2 De Newton a Poincaré

Inmersas en un mundo mecanicista<sup>2</sup>, las leyes del movimiento de Isaac Newton, expuestas a fines del siglo XVII, implican que si se conoce la fuerza que se aplica sobre una partícula se puede conocer la trayectoria que ésta seguirá. Sin embargo, esta posibilidad contiene una condición: debe especificarse la posición y la velocidad que tiene la partícula en el instante inicial. Es decir, si se pueden precisar *las condiciones iniciales* de la partícula, las leyes de Newton permiten conocer completamente su futuro, lo cual resultará válido para cualquier sistema que tenga cualquier número de partículas. Basado en estas leyes, el matemático francés Pierre Simon de Laplace llegó a jactarse en 1776 de que si se le dieran las posiciones y velocidades iniciales de cada una de las partículas que componen el Sistema Solar, podría predecir el futuro por el resto del tiempo y saber lo que había ocurrido también en el pasado, ya que el movimiento subsecuente de cada una de las partículas estaría unívocamente determinado<sup>3</sup> [Stewart, 2001, p. 24].

Con afirmaciones como las de Laplace nació el paradigma del determinismo clásico, en el que se buscaban ecuaciones para explicar fenómenos de la naturaleza y además que éstas los describieran con exactitud: si las ecuaciones describen la evolución del sistema unívocamente, en ausencia de perturbaciones externas aleatorias, su comportamiento está entonces unívocamente especificado en todo instante [Espinosa, 2004, p. 29].

---

<sup>2</sup> La revolución del pensamiento científico que culminó con Newton, nos llevó a una visión del Universo como un gigantesco engranaje que funcionaba como un mecanismo de extraordinaria precisión. De acuerdo con esta visión, una máquina es, por encima de todo predecible. Bajo las mismas condiciones realizará las mismas cosas. Un ingeniero que sepa las especificaciones de la máquina y su estado en un momento dado puede, en principio, calcular exactamente lo que hará en cualquier instante posterior. [Espinosa, 2004, p. 25].

<sup>3</sup> Pierre Simon Laplace (1749-1827), en sus *Ensayos filosóficos sobre las probabilidades*, lo expresa de la siguiente manera: “Un ser inteligente que en un instante dado conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los seres que la forman, y que fuera lo suficientemente inmenso como para poder analizar dichos datos, podría condensar en una única fórmula el movimiento de los objetos más grandes del Universo y el de los átomos más ligeros. Nada sería incierto para dicho ser, tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos.” [Stewart, 2001, p. 24].



Sin embargo, aún había cuestiones sin respuestas y es que a pesar de todos los importantes logros alcanzados en la física y la matemática clásica, permanecieron sin tocar algunas áreas de la naturaleza. Los matemáticos podían calcular el movimiento de un satélite de Júpiter, pero no el de un copo de nieve en una ventisca. Podían describir el crecimiento de una burbuja de jabón, pero no el de un árbol. Los matemáticos habían podido concretar algo del orden del Universo y las razones de ese orden, pero ahora vivían en un mundo desordenado. Creían que gran parte del desorden obedecía a las mismas leyes fundamentales; su incapacidad para aplicar aquellas leyes a cualquier efecto eran simplemente una cuestión de complejidad. El movimiento de dos masas puntuales podía calcularse de forma precisa. El caso de tres partículas era ya demasiado difícil para una solución completa, aunque podía resolverse de forma aproximada. El movimiento a largo plazo de los aproximadamente cincuenta cuerpos mayores en el sistema solar era imposible de predecir en su totalidad [Espinosa, 2004, p. 31].

Muchos físicos y matemáticos empezaron a estudiar el problema de la predicción que contradecía el hecho de un riguroso determinismo en las leyes de la naturaleza. En el año de 1903 Henri Poincaré<sup>4</sup> escribió lo siguiente:

---

<sup>4</sup> Henri Poincaré (1854-1912) nació en Nancy, Francia. Entre sus innumerables descubrimientos e invenciones fundó la moderna teoría cualitativa de los sistemas dinámicos. Fue un unificador, buscador de principios generales, el último de los tradicionalistas y el primero de los modernos. Se movió, prácticamente, por todos los temas de la matemática de su época: Ecuaciones diferenciales, teoría de números, análisis complejo, mecánica, astronomía, física matemática. Su creación más destacable fue la topología: el estudio general de la continuidad. Él la denominó análisis situs, análisis de la posición. Y la aplicó a uno de los problemas más difíciles en la frontera de la dinámica. La memoria por la que se le concedió un premio a Poincaré se titulaba (en francés) *El problema de los tres cuerpos y las ecuaciones de la dinámica*. Se publicó en 1890 y tenía 270 páginas en el original. La primera parte establecía propiedades de las ecuaciones dinámicas; la segunda aplicaba los resultados al problema de un número arbitrario de cuerpos moviéndose sometidos a la gravitación newtoniana [Espinosa, 2004, pp. 26-37].



“...nosotros solamente podemos conocer la situación inicial de manera aproximada. Si esto nos permitiera predecir la situación que sigue en el tiempo con la misma aproximación, es todo lo que necesitaríamos, y podríamos decir que el fenómeno ha sido predicho, que está regido por leyes. Pero esto no es siempre así; puede ocurrir que pequeñas diferencias en *las condiciones iniciales* produzcan condiciones muy diferentes en los fenómenos finales. Si un pequeño error en las condiciones iniciales produce un enorme error en las condiciones finales, la predicción se vuelve imposible y tenemos un fenómeno fortuito” [Espinosa, 2004, p. 60].

Poincaré había descubierto que la mayoría de los sistemas dinámicos no-lineales son sensibles a las condiciones iniciales y que además nuestro conocimiento de éstas es siempre algo impreciso; y ello explica la poca fiabilidad de las predicciones de algunos sistemas dinámicos como los meteorológicos. Estos sistemas que obedecen leyes inmutables y precisas no siempre actúan de manera predecible y regular. Leyes deterministas pueden producir comportamientos que parecen aleatorios [Espinosa, 2004, p.37].

Para conocer el tipo de evolución que sigue un sistema de ese tipo se necesita conocer, además de las leyes que lo rigen o las variables implicadas, las condiciones iniciales del sistema. Bajo las mismas leyes, diferentes condiciones iniciales producen distintas evoluciones en el tiempo.



### **III.3 El atractor extraño de Lorenz**

Edward Norton Lorenz (1917–2008), matemático y meteorólogo estadounidense, fue uno de los pioneros de la teoría del caos. Sus figuras geométricas, resultado de sus investigaciones acerca del comportamiento de sistemas no-lineales atmosféricos, fueron las primeras en ser nombradas “atractores extraños” y es a Lorenz a quien se le atribuye el origen de la metáfora “el efecto mariposa” [Gleick, 1987, pp. 9-31, p. 48], [Schuster, 1984, p. 2].

En los años sesenta, motivado por el deseo de entender la impredecibilidad de los sistemas dinámicos no-lineales como los del tiempo meteorológico, Edward Lorenz estudiaba las ecuaciones del movimiento de un fluido (la atmósfera, compuesta de gas, es un fluido), al simplificarlas obtuvo un sistema con tan sólo tres grados de libertad. A pesar de que el sistema era muy simple, su comportamiento no lo era y no se parecía en nada al comportamiento de otros sistemas, como los que presentan comportamientos constantes, periódicos y cuasiperiódicos. Este sistema se comportaba de un modo aparentemente estocástico que escapaba a toda caracterización adecuada, por cualquiera de los tres tipos de comportamientos entonces conocidos [Espinosa, 2004, p. 90].

Usando una computadora digital –una Royal McBee LGP 130– para simular su modelo simplificado, Lorenz dilucidó el mecanismo básico responsable del azar observado: las perturbaciones microscópicas se amplifican hasta alcanzar el comportamiento macroscópico. Dos trayectorias con condiciones iniciales próximas divergen rápidamente de forma exponencial y por ello permanecen cercanas sólo durante un corto período. La situación difiere cualitativamente en los atractores periódicos o cuasiperiódicos. En ellos, las trayectorias vecinas siguen estando cerca, los pequeños errores se mantienen acotados y el comportamiento es predecible (ver figura 3.3-1) [Lorenz, 1963a, pp. 136-137].



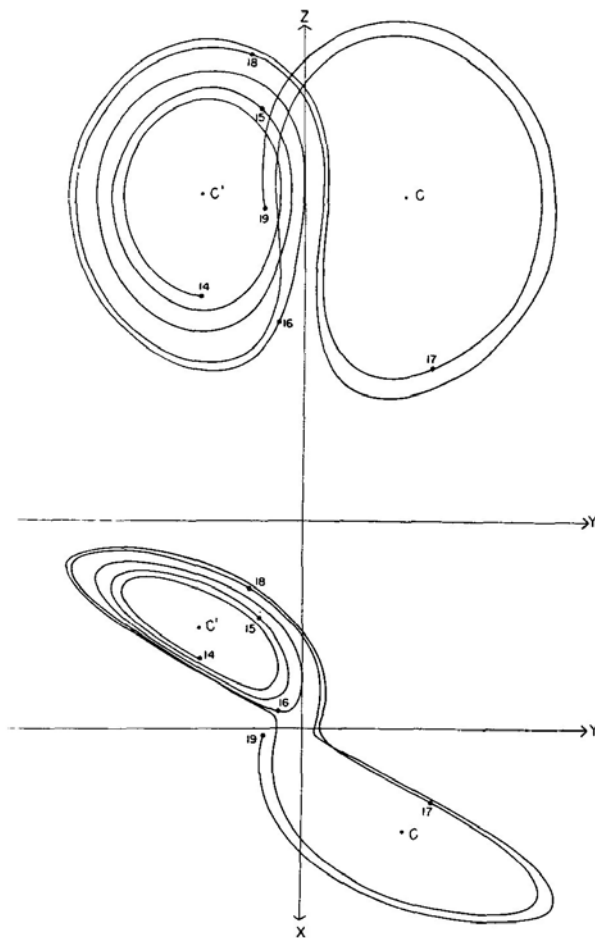


Figura 3.3-1.-En la que se muestra el atractor de Lorenz, que no es periódico ni cuasiperiódico. Estas figuras son las primeras en ser nombradas atractores extraños [Lorenz, 1963a, p. 137].

Parte de los resultados que Lorenz obtuvo con su sistema climático los publicó en el *Journal of the Atmospheric Sciences* en 1963 bajo el nombre de “Deterministic Nonperiodic Flow”. Lo que Lorenz enfatiza en ese artículo son los cambios que tienen los patrones atmosféricos y cuyo comportamiento era muy diferente al periódico o cuasiperiódico. Pero además enfatiza el hecho de que si hay cambios, aunque sean muy pequeños, en las condiciones iniciales de un sistema determinístico, como el suyo, los comportamientos variarán hasta alcanzar, tal vez, momentos de impredecibilidad [Lorenz, 1963a, p. 130]. Lorenz explica detalle a detalle las razones de estos dos principales hechos, ya que los resultados que obtuvo de su modelo simplificado no eran lo que él esperaba.



Como por medio de la impresión de esos datos fue que Lorenz se dio cuenta de que había ciertos cambios en las secuencias, dentro de ese artículo muestra una tabla con los datos obtenidos de la computadora Royal McBee y sus gráficas correspondientes en el espacio de fases (estas últimas pueden verse en la figura 3.3-1), que a diferencia de las gráficas de tiempo en las que graficamos las trayectorias de una serie numérica con respecto al tiempo, son sus grados de libertad del movimiento de serie lo que graficamos en un diagrama abstracto de espacio de fases. Este hecho fue importante para Lorenz porque le permitió darse cuenta de que pequeñas perturbaciones en las condiciones iniciales podían provocar cambios drásticos en el comportamiento del sistema no-lineal.

Para ilustrar cómo se dio cuenta de este hecho Lorenz relata que un día en 1961 quería ver una secuencia en particular de nuevo. Para ganar tiempo, comenzó a mitad de la secuencia, en lugar del principio. Introdujo los números de su copia impresa y lo dejó ejecutando. Cuando volvió una hora más tarde, la secuencia había evolucionado de forma distinta. En lugar de obtener el mismo patrón de antes, divergía del patrón original finalizando de una forma muy distinta. Finalmente comprendió lo que había sucedido. La computadora almacenó seis decimales en su memoria, pero al momento de imprimirlos solamente aparecieron tres decimales. En la secuencia original, el número era 0.506127, y Lorenz sólo había introducido a la computadora los tres primeros dígitos 0.506 [Stewart, 2001, p. 154].

Según todas las ideas convencionales de aquella época, debería haber funcionado. Debería haber obtenido una secuencia muy cercana a la secuencia original. Un científico podía considerarse afortunado si era capaz de conseguir medidas con una precisión de tres decimales. Seguramente el cuarto y el quinto, imposibles de medir usando métodos



razonables, no podían tener un gran efecto en el resultado del experimento. Lorenz probó que esta idea era errónea.

Edward Lorenz se enfrentó con el problema de la *sensibilidad a las condiciones iniciales*, problema al que Henri Poincaré se había enfrentado años atrás. El artículo “Deterministic Nonperiodic Flow” contenía entonces gráficas con figuras nunca antes vistas en un diagrama de espacio de fases, llamadas atractores extraños por los matemáticos David Ruelle y Floris Takens [Gleick, 1987, p. 48]. Hasta el momento solamente se conocían el punto fijo, el ciclo límite y la dona o toro matemático, como los atractores aceptados, que corresponden a los diferentes comportamientos al que un sistema dinámico no-lineal podía tender. El punto fijo correspondería a un sistema cuyo comportamiento permanece constante con respecto al tiempo, un ciclo límite a un sistema periódico y la dona o toro matemático a un sistema cuasiperiódico (ver figura 3.3-2).

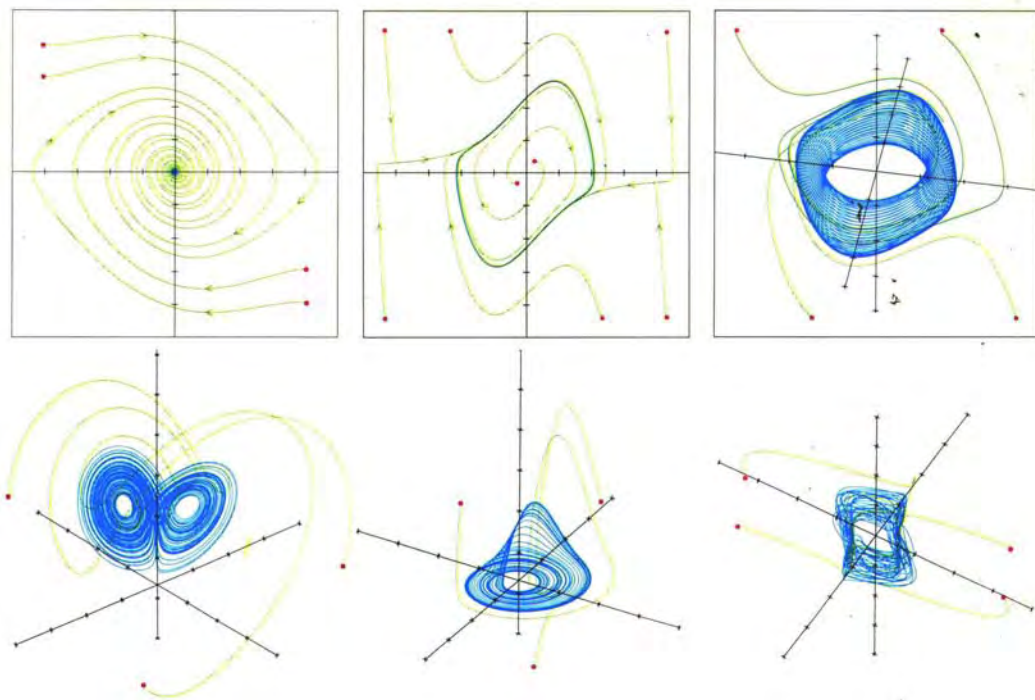


Figura 3.3-2.-Diferentes atractores en el diagrama de espacio de fases que corresponden al comportamiento de sistemas dinámicos no-lineales. Las tres primeras figuras corresponden a un atractor de punto fijo, a uno de ciclo límite y a una dona o toro. Las últimas tres son atractores extraños cuyo comportamiento es caótico. El atractor de Lorenz es el que de hecho nos recuerda a las alas de una mariposa [Espinosa, 2004, p. 98].



El comportamiento de los sistemas que estudiaba Lorenz parecía ser muy impredecible; se creía que el azar intervenía en gran medida, y se le llamó comportamiento irregular, hoy llamado comportamiento caótico. Este término se usó por primera vez en 1975 en un artículo publicado por Tien Yien Li y James Yorke llamado “Period Three Implies Chaos”. Estos autores introdujeron un nuevo término científico y se dice que fue por accidente, ya que lo que ellos llamaban “caos” no era lo que ellos en realidad tenían en mente, pero el término fue un éxito y hasta ahora se sigue usando en términos matemáticos como la propiedad que caracteriza a los sistemas dinámicos no-lineales en el que la mayoría de las órbitas exhiben una dependencia sensible a las condiciones iniciales [Lorenz, 1993, p. 20].

Lorenz continuó trabajando sobre este tipo de sistemas y sus figuras comenzaron a ser estudiadas por otros matemáticos y físicos. Tal fue la relevancia de sus resultados que en 1972 fue invitado a dar una conferencia al respecto en el evento *139th Meeting of the American Association for the Advancement of Science*, en una sección especialmente dedicada al tema de la dependencia sensible de las condiciones iniciales. Esta conferencia se tituló “Predecibilidad: ¿el aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas?”<sup>6</sup>.

La conferencia y en especial su título tuvo mucha repercusión con los años; de hecho es a partir de este evento cuando comienza a llamarse “efecto mariposa” a lo que Lorenz llamaba dependencia sensible de las condiciones iniciales que tienen la mayoría de los sistemas no-lineales. Pero, ¿cómo se le ocurrió a Lorenz el título de la conferencia? ¿cómo se transformó el concepto de dependencia sensible de las condiciones

---

<sup>6</sup> El título original es: “Predictability: Does the Flap of a Butterfly’s Wings in Brazil set off a Tornado in Texas?” [Lorenz, 1993, p. 181].



iniciales en efecto mariposa? Estas preguntas las contestaré en la siguiente sección.

### **III.4 Origen del término “el efecto mariposa”**

Para comenzar a analizar cómo fue que se le ocurrió a Edward Lorenz el título de esa conferencia y la asociación de la mariposa con la dependencia sensible a las condiciones iniciales de los sistemas no-lineales, recordemos que según varios autores de los diferentes modelos de creatividad citados en el segundo capítulo, es al individuo al que se le ocurre la idea creativa<sup>7</sup>. Así que comencemos por analizar a esa persona. Aunque Henri Poincaré<sup>8</sup> ya había escrito sobre la sensibilidad a las condiciones iniciales, es a Edward Lorenz a quien se le atribuye la asociación de ese concepto con la mariposa.

Así que para comenzar a dilucidar la razón de esa asociación debemos fijar nuestra atención en otro artículo que Edward Lorenz publicó unos meses antes del “Deterministic Nonperiodic Flow” y que se llama “The Predictability of Hydrodynamic Flow”. Casi al finalizar este artículo Lorenz escribe lo siguiente:

“Cuando la inestabilidad de un flujo uniforme con respecto a perturbaciones infinitesimales se sugirió primero como una explicación para la presencia de ciclones y anticiclones en la atmósfera, la idea no fue universalmente aceptada. Un meteorólogo remarcó que si la teoría fuera correcta, un solo aleteo de una gaviota podría ser suficiente para alterar el curso del clima para

---

<sup>7</sup> Queda descartada la postura de la inspiración divina, porque coloca al individuo como mero instrumento y no como al creador de la idea.

<sup>8</sup> Otros personajes que escribieron sobre el concepto de la dependencia sensible a las condiciones iniciales de los sistemas dinámicos no-lineales fueron Jaques Hadamard en 1890 y Pierre Duhem quien popularizó el concepto en 1897 [Espinosa, 2004], [Hilborn, 2004].



siempre. La controversia no ha sido aceptada, pero la más reciente evidencia parece estar a favor de las gaviotas” [Lorenz, 1963b, p. 431].

Nos damos cuenta de que Lorenz primero usó otra figura asociativa que fue la gaviota. Entonces, ¿por qué usó el aleteo de una mariposa en lugar del aleteo de una gaviota en su conferencia de 1972? Según el artículo de Robert Hilborn “Sea Gulls, Butterflies, and Grasshoppers: A Brief History of the Butterfly Effect in Nonlinear Dynamics”, una de las explicaciones es que Lorenz no fue el autor del título de la conferencia. En ese entonces la sesión en la que Lorenz participaría estaba a cargo de su colega meteorólogo Philip Merilees; era una sesión dedicada especialmente al tema de la impredecibilidad del clima y la dependencia sensible a las condiciones iniciales de esos y otros sistemas no-lineales. Su jefe, Walt Roberts, le recalcó que era importante que los títulos de las conferencias de esa sesión fueran intrigantes, ya que había mucha competencia para atraer a los asistentes y ésa era la única manera de llamar su atención. Como Edward Lorenz estaba fuera del país en el otoño de 1972, Merilees no pudo ponerse de acuerdo con él para titular la conferencia que brindaría en el *139th Meeting of the American Association for the Advancement of Science*. [Hilborn, 2004, p. 425].

Merilees conocía perfectamente el trabajo de Edward Lorenz y estaba consciente de que utilizaba la metáfora de la gaviota, pero pensó que sería más atractivo e interesante usar una mariposa. De hecho él y un colega suyo, Douglas Lilly, arrojaban ideas de títulos para la plática de Lorenz. Lilly recuerda que le sugirió a Merilees utilizar la novela *Storm*, en la que George Stewart [Stewart, 1941] relata la intrigante historia de unos meteorólogos rastreando una tormenta por la costa del Pacífico, y aunque en la novela no hay una referencia específica de una mariposa, sí se encuentra la idea básica de la dependencia sensible a las condiciones



iniciales expresada de la siguiente forma: “...un chino que estornude en Shen-si (región de China) podría conducir a los hombres a traspalar nieve en la ciudad de Nueva York”. [Hilborn, 2004, p. 426].

Lo que Merilees intentó fue hacer una mezcla entre esa idea del libro *Storm* y una aliteración con las palabras mariposa-Brasil y tornado-Texas:

“I had followed Ed Lorenz’s work very closely and was aware of the sea gull metaphor, but I thought the butterfly might be more appealing. In addition, I tried for some alliteration: butterfly-Brazil, tornado-Texas” [Hilborn, 2004, pp. 425].

Merilees agrega que gaviota-Senegal (sea gull-Senegal) hubiera funcionado si lo que buscaba era solamente una aliteración que se adecuara estrictamente al uso de la metáfora de la gaviota en Lorenz. Sin embargo, prefirió la mariposa [Hilborn, 2004, pp. 426]. Hay tres posibles razones por las cuáles Merilees la usó, y digo posibles porque según él no recuerda el haber sido influenciado específicamente por algo o alguien para utilizar una mariposa. La primera es que las gráficas de Lorenz en el espacio de fases, llamadas atractores extraños en ese entonces, publicadas en el artículo “Deterministic Nonperiodic Flow”, le recordaban a Merilees las alas de una mariposa. La segunda es que Merilees hubiera podido leer un cuento llamado *A Sound of Thunder* de Ray Bradbury [Bradbury, 1953] en el que se encuentra el relato de unos viajeros en el tiempo quienes, en su viaje al pasado, accidentalmente matan a una mariposa, y regresan a su presente para encontrar que la historia cambió. Y la tercera es que Merilees leyó el artículo de otro meteorólogo llamado Joseph Smagorinsky, “Problems and Promises of Deterministic Extended Range Forecasting”, en el que por primera vez apareció la mariposa:





“...O, podría el aleteo de una mariposa últimamente amplificar al punto donde la simulación numérica se aparta de la realidad, así que ¿habrá un tiempo cuando ellas deben estar aleatoriamente relacionadas unas con otras?” [Smagorinsky, 1969, p. 289].

No está claro exactamente cuál fue la influencia directa para usar la mariposa pero el resultado fue que entre Merilees y Lilly idearon el título: “Predecibilidad: ¿el aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas?”, o en inglés “Predictability: Does the Flap of a Butterfly’s Wings in Brazil set off a Tornado in Texas?”

Los antecedentes personales resultan muy importantes al momento de idear algo creativo y hacer asociaciones o analogías, y nos damos cuenta de que no fue un producto del azar. Tanto Merilees como Lilly estaban tratando de resolver el problema de cómo titular la conferencia de Lorenz para que llamara la atención de los asistentes. Pero ahí no acaba la historia. Una vez que Edward Lorenz fue informado del título, debía preparar la conferencia. Lorenz usaba a veces una gaviota como asociación de la dependencia sensible a las condiciones iniciales y se percató de que Merilees y Lilly la habían cambiado por una mariposa. Lorenz sí había leído tanto la novela *Storm* como el cuento *A Sound of Thunder* y aunque Merilees no había leído a Bradbury, Lorenz afirma que tal vez el cambio de la gaviota a la mariposa se debió a que “quizá la mariposa, con su aparente debilidad y carencia de poder, es una opción natural para un símbolo que lo pequeño puede producir lo grande<sup>9</sup>” [Lorenz 1993, p. 15].

---

<sup>9</sup> De hecho en el artículo “Sea Gulls, Butterflies, and Grasshoppers: A Brief History of the Butterfly Effect in Nonlinear Dynamics” se menciona que 70 años atrás se había utilizado la metáfora de un grillo para explicar que los pequeños cambios pueden producir grandes cambios. W. S. Franklin fue el responsable al escribir una reseña sobre un libro de Pierre Duhem [Hilborn, 2004, p. 426].





Lorenz recuerda que en la conferencia trató de evitar responder a la pregunta del título pero que hizo notar principalmente dos cosas: que si un solo aleteo de una mariposa podría conducir a generar un tornado que de otra forma no se hubiera formado, entonces también podría igualmente prevenir un tornado que de otra forma sí se hubiera formado. También destacó que un solo aleteo podría no tener más efecto en el clima que el aleteo de cualquier otra mariposa o las actividades de otras especies, incluyendo la nuestra. Lo que Lorenz presentó en esa conferencia fueron los resultados de su trabajo anterior, pero sin fórmulas matemáticas ni gráficas. Mostró una serie de reflexiones acerca de por qué los cambios infinitesimales que tienen los sistemas dinámicos no-lineales en las condiciones iniciales generan cambios en su evolución con respecto al tiempo, y que éstos pueden llegar a ser impredecibles aún si son deterministas.

Los trabajos como el de Lorenz estaban bajo escrutinio de los meteorólogos, físicos y matemáticos porque se oponían a un determinismo capaz de ser predecible en todo momento. En especial, el comportamiento que tenía el sistema climático de Lorenz era un comportamiento no antes estudiado y dio pie a lo que posteriormente se llamó comportamiento caótico, surgiendo toda una visión diferente, una revolución en términos de Kuhn, con el surgimiento de la teoría del caos [Gleick, 1987, pp. 30-56].

Lorenz formó parte del grupo de investigadores que dieron pie a esa revolución y una vez que se tuvo suficiente evidencia de este cambio de paradigma la popularización de este tema no se hizo esperar. Pero hubo dos publicaciones que hicieron que el concepto “efecto mariposa” emergiera como la metáfora utilizada por Edward Lorenz: los libros *Deterministic Chaos* de Heinz Georg Schuster y Wolfram Just [Schuster, 1984, p. 2] y *Chaos, Making a New Science* de James Gleick [Gleick, 1987, p. 9].

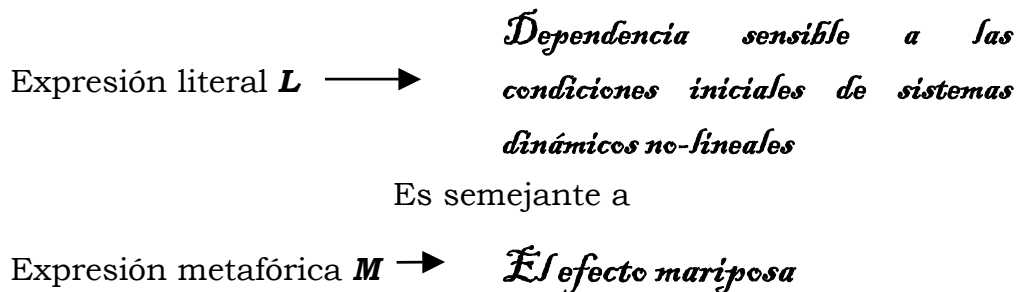


### III.5 La metáfora “el efecto mariposa”

¿“El efecto mariposa” es una metáfora? Si recordamos la definición de metáfora que dimos en el primer capítulo veremos que efectivamente sí lo es, ya que utilizamos el término “efecto mariposa” en lugar de *dependencia sensible a las condiciones iniciales de sistemas dinámicos no-lineales*. Pero analicemos más a fondo el concepto “efecto mariposa” y su cambio a metáfora en términos de Max Black [Black, 1962], [García, 2008].

De los enfoques que Max Black postula es el enfoque comparativo el que se ajusta a la metáfora “el efecto mariposa” ya que la semejanza es la que hace la función transformadora de la metáfora. De esta forma la expresión metafórica es semejante o análoga, en cuanto al significado, a su equivalente de expresión literal [García, 2008, pp. 11-12].

Entonces según el enfoque comparativo de la metáfora tenemos que:



Como el oyente o lector tiene que descubrir el fundamento de este símil, puede valerse del contexto y entonces puede recorrer el camino que el autor siguió para llegar a su significado de partida. Pero primero enfoquémonos en el foco de la metáfora que en este caso es *efecto*, la palabra efecto puede definirse como el resultado de la acción de una causa o como un fenómeno particular en alguna ciencia, como física o biología.



Siguiendo el recorrido del origen del término “el efecto mariposa” podemos ver que podría haberse llamado “el efecto gaviota” o “el efecto grillo”. La que permaneció al final fue “el efecto mariposa” pero lo que hay que resaltar es que la importancia radica en que un animal o insecto cuyos aleteos son casi imperceptibles puede generar grandes cambios en la evolución de un sistema dinámico no-lineal, semejantes a lo que Lorenz se refiere con la sensibilidad a las condiciones iniciales. Entonces decir “efecto mariposa” es decir que el efecto que provocaría una mariposa al aletear, es semejante al efecto que produce un cambio provocado por la sensibilidad a las condiciones iniciales de un sistema dinámico no-lineal.

Debido a que el oyente o lector es el que descubre el fundamento del símil es que se tienen al menos dos interpretaciones de la metáfora “el efecto mariposa” y que podrían alterar su significado: 1.-Que “un cambio muy pequeño puede ocasionar un gran cambio”, refiriéndose a que sistemas dinámicos no-lineales son muy sensibles a sus condiciones iniciales y cualquier perturbación, por muy imperceptible que parezca, podría ocasionar un gran cambio en su comportamiento a largo plazo. 2.-O que “algo que pasa en un sitio del mundo repercute en otro lado del mundo”, deduciéndose de ahí que todo está interconectado y que entonces al menor cambio todo, en consecuencia, cambia.

Es la segunda interpretación a lo que Lorenz llama una tergiversación de la metáfora “el efecto mariposa” [Lorenz,1993, pp. 157-160]. Ésta podría venir del mal recorrido que se hace al investigar el origen del término “el efecto mariposa” o que en medio del recorrido no se llegue exactamente a su significado técnico contenido en los artículos originales de Edward Lorenz, sino que solamente el lector se quede con la idea que surge del famoso título de la conferencia de Edward Lorenz (ver figura 3.5-1).

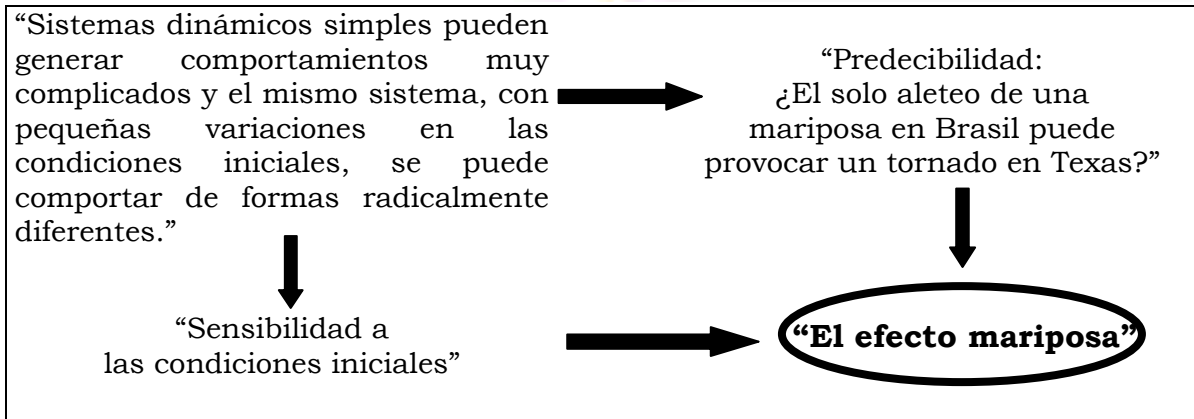


Figura 3.5-1.-Elementos generales que constituyen la metáfora “el efecto mariposa”.

### III.6 El efecto mariposa, una metáfora socialmente creativa

Ahora que ya podemos hablar de la metáfora “el efecto mariposa”, en esta sección explicaré por qué es socialmente creativa.

En el primer capítulo explicamos por qué una metáfora es creativa en términos de Jakobson, esto concuerda con Boden en el sentido de que la metáfora “el efecto mariposa” no surgió de la nada y fue algo más que un concepto nuevo; esas selecciones y combinaciones no fueron producto del azar o fenómenos fortuitos. Pero en lo que no estoy de acuerdo con Jakobson es que de ahí se siga que todo acto de habla es creativo, ya que según Peirce algo creativo debe ser algo nuevo, valioso, inteligible y original. Y la metáfora “el efecto mariposa” cumple con estas cuatro condiciones. Nueva en el sentido de que antes no había sido creada ni utilizada por otros; valiosa porque aportó cambios importantes en el paradigma de los sistemas dinámicos no-lineales; inteligible porque logra captar el sentido para lo cual se creó y original porque no es ni repetición ni imitación de alguna otra. Pero para que se considere realmente una idea creativa además de los diferentes elementos que contienen los distintos modelos definidos en el segundo capítulo les falta el elemento que Mihaly Csikszentmihalyi agrega y es el reconocimiento social de la idea creativa.



Es por esto que me basaré en su modelo para aclarar en qué consiste la creatividad de la metáfora “el efecto mariposa”.

Csikszentmihalyi afirma que una idea creativa se origina en una interacción entre el individuo, el campo simbólico y la cultura. En el caso de la metáfora “el efecto mariposa” podemos ver que fueron varios individuos quienes intervinieron en su creación, como idea creativa en la ciencia y como herramienta creativa de comunicación de la ciencia. El principal actor de la idea creativa es Edward Lorenz, quien pudo comprobar la dependencia sensible a las condiciones iniciales que tienen la mayoría de los sistemas no-lineales (sería la expresión literal  $\mathcal{L}$ ) y cuyos resultados los publicó en el artículo “Deterministic Nonperiodic Flow”. La metáfora “el efecto mariposa” (la expresión metafórica  $\mathcal{M}$ ) tuvo sus antecedentes en W. S. Franklin cuando escribió la reseña del trabajo de Pierre Duhem y usó la metáfora de un grillo; en Joseph Smagorinsky, quien usó por primera vez a la mariposa en su artículo “Problems and Promises of Deterministic Extended Range Forecasting”; en el mismo Edward Lorenz, quien usaba la metáfora de una gaviota en su artículo “The Predictability of Hydrodynamic Flow”, y tuvo su culminación y permanencia como herramienta creativa en la comunicación de la ciencia en Philip Merilees y Douglas Lilly al titular la conferencia de Lorenz “Predecibilidad: ¿el solo aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas?”

El segundo elemento es el campo simbólico conformado por una serie de reglas y procedimientos aceptados por el grupo de expertos, quien además estimula las ideas creativas. En el caso de la metáfora “el efecto mariposa”, primero como idea científica, fue muy importante la aceptación de los resultados de Edward Lorenz en su campo de especialidad pues



aportó datos muy importantes para lo que sería un cambio de paradigma y una nueva revolución en el campo de la meteorología y de la dinámica no-lineal, razón por la que Csikszentmihalyi dice que es socialmente creativa. Esta metáfora desde sus inicios se aceptó en ese campo de especialidad y se comenzó a utilizar por los expertos.

Y por último se encuentra la cultura que se conforma del capital cultural en el entorno familiar y comunitario, y se encarga del reconocimiento social. Desde el comienzo de este capítulo y al hacer el recorrido de cómo se creó la metáfora “el efecto mariposa”, primero como idea científica y después como herramienta de comunicación, vemos que todos los personajes que intervinieron en su creación tenían antecedentes culturales y que los conceptos no los crearon de la nada. Pero un elemento a destacar es el reconocimiento social de la metáfora. Este tipo de reconocimiento es diferente del de los expertos, ya que es necesario que se incluya en el campo cultural al que pertenezca y se acepte socialmente. En este sentido los que intervinieron principalmente para que la metáfora se aceptara socialmente fueron tanto Heinz Georg Schuster y Wolfram Just por un lado y James Gleick por el otro. Estos autores comenzaron a popularizar la metáfora “el efecto mariposa” como herramienta de comunicación de la ciencia y le dieron el crédito a Edward Lorenz por su autoría.

La metáfora “el efecto mariposa” es pues una metáfora socialmente creativa, incluida tanto en la comunidad de expertos como en la sociedad, es relativamente fácil de entender por un público no especializado y además sigue siendo fuente de mayor creatividad como el ejemplo que aparece en el anexo de esta tesis.



## **CONCLUSIONES**

En este trabajo nos apoyamos en un modelo teórico sociocultural que ayudó a la comprensión de cómo se obtienen nuevas ideas en la ciencia y cómo éstas se transmiten a la sociedad; este modelo se basa principalmente en una interacción entre el individuo que genera la idea, el campo simbólico que estimula la idea y la cultura que selecciona esa idea. Analizamos a fondo la metáfora “el efecto mariposa” con los modelos descritos en el capítulo dos y en especial con el modelo sociocultural de Mihaly Csikszentmihalyi. Pudimos constatar que una idea creativa no surge de la mente de un solo individuo, sino en la interacción entre los pensamientos de éste y un contexto sociocultural. Aunque esta metáfora tiene al menos dos interpretaciones, es una metáfora efectiva que logra permanecer en la memoria de las personas aun no especializadas y ser fuente de mayor creatividad.

Este tipo de trabajos no solamente ayuda a comprender cómo surge una idea creativa y cómo se socializa, sino a tratar de definir mejor qué es la creatividad.

A través del análisis de la metáfora “el efecto mariposa” pudimos constatar que esta idea creativa no fue un acto misterioso ni surgió por medio de una inspiración divina, ni fue un hecho inconsciente ni azaroso como sugería Platón. Tampoco surgió de la nada, tal como Boden afirma que no se origina un acto creativo. El enfoque de Koestler tampoco es adecuado ya que no hubo un destello milagroso en la creación de la metáfora. El modelo de Poincaré tampoco se ajusta porque en la fase de preparación se supone una activación de las ideas relevantes en el inconsciente, y después se presenta la etapa de incubación, iluminación y verificación. Y vimos que no sucedió de esta forma.



En el modelo de Popper se sugiere que el individuo lanza hipótesis arriesgadas para luego comprobarlas con las observaciones y los experimentos hasta que luego logran ser refutadas. Pero lo que le pasó a Lorenz no fue que hiciera una hipótesis arriesgada, de hecho él había estado trabajando para demostrar que los únicos comportamientos que un sistema no-lineal podía tener eran los periódicos y cuasiperiódicos, por ser comportamientos regulares y con altos grados de predecibilidad. Esto tampoco le ocurrió a Merilees ni a Lilly cuando idearon el título de la conferencia de Lorenz. Pero lo que sí le pasó a Edward Lorenz fue un descubrimiento por accidente, al observar los datos que su computadora Royal McBee imprimió y que no se ajustaban a lo que él esperaba. Los datos fueron inesperados, sorprendidos y estratégicos; pero no fue un producto al azar como tal, la serendipia no es la única explicación. Si lo vemos desde un punto de vista estricto, tarde o temprano Lorenz se iba a percatar de la sensibilidad a las condiciones iniciales que tienen ciertos sistemas no-lineales. Así que más que serendipia fue una combinación de su trabajo y la extensión de éste al introducir un nuevo comportamiento en los sistemas no-lineales, generando en Lorenz un cambio epistémico de creencias, tal como lo afirman Harré y Aliseda.

La metáfora ya se había concebido antes de Lorenz, Merilees y Lilly, y aunque no podamos explicar a detalle cómo la concibieron los especialistas Franklin o Smagorinsky, o los escritores Stewart o Bradbury, es con el modelo de Csikszentmihalyi que logramos comprender cuándo esa idea se consideró realmente una idea socialmente creativa y que lograra comunicar efectivamente la idea de la sensibilidad a las condiciones iniciales que presentan la mayoría de los sistemas no-lineales.



**ANEXO**

**Fábula: “El efecto mariposa”  
Por Adriana Elisa Espinosa**

TOPO: ¡Alerta! ¡Alerta! Se avecina una tormenta

LAGARTIJA: Escuché gritar otra vez al topo Sargento Pimienta

Quien siempre se la pasaba haciendo cuentas y cuentas

En su madriguera con la ayuda de una computadora color magenta

Mi estimado señor topo ha dado esa noticia 3 veces en este mes

Y no veo rastro alguno de que el Sol deje de coquetearle a las nubes

con forma de pez

Además, ¿Por qué he de creerle si bajo la tierra siempre está?

Y nunca sale ni se percata de que todos en el bosque no hemos visto  
ni una tempestad

TOPO: No hace falta salir a la superficie y ver el cielo,

Con mis ecuaciones yo calculo si lloverá o si habrá un calor intenso

LAGARTIJA: Entonces ¿por qué nunca a una predicción atina?

Yo creo que a usted el coco le patina

TOPO: Más respeto mi amiga lagartija,

Pues mi trabajo en Internet se publica

Los datos muy confiables desde Canadá me los mandan

Mis queridísimas amigas las mariposas monarca

Aletean tres veces si el calor aumenta

Y cuatro cada vez que el viento toma una siesta

Entonces ¿dónde está la falla que ocasiona este caos?

Porque las matemáticas y la física no se han equivocado

INTERLOCUTOR: Se preguntaba el señor topo en un bosque por ahí del  
Amazonas

Mientras que en Canadá las monarca aleteaban cada una en  
su propia zona

Y lo que nadie sabía era que los datos estaban bien

Pero lo que pasaba es que una mariposa aleteaba dos veces  
en vez de tres.





## REFERENCIAS

- Aliseda, Atocha. (2006a). *Abductive Reasoning*. Springer, Netherlands.
- \_\_\_\_\_, (2006b). *Lógicas del descubrimiento científico*. (Manuscrito) Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- \_\_\_\_\_, (2004). *Sobre la lógica del descubrimiento científico de Karl Popper*. Suplemento 11 (Monográfico Popper) de la revista Signos Filosóficos, pp. 115-130. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Black, Max. (1962). *Models and metaphors. Studies in language and philosophy*. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Boden, Margaret. (1994). *La mente creativa. Mitos y mecanismos*. Gedisa, Barcelona, España.
- Bradbury, Ray. (1953). *A Sound of Thunder. In the Golden Apples for the Sun*. Bantman, New York, USA.
- Camacho Arias, José. (2001). *La prodigiosa penicilina, Fleming*. Nivola libros y ediciones, S. L. Madrid, España.
- Chalmers, Alan. (2001). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. 24<sup>a</sup>. Edición. Siglo veintiuno editores, México.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. (1998). *Creatividad. El flujo y la psicología del descubrimiento y la invención*, Paidós, Barcelona, España.
- De Bustos, Eduardo. (2000). *La metáfora*. Ensayos transdisciplinarios. Fondo de Cultura Económica. Madrid, España.
- Díez, José A. & Lorenzano, Pablo. (2002), *La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX*, en *Desarrollos Actuales de la Metateoría Estructuralista: Problemas y Discusiones*, Buenos Aires, Argentina.
- Espinosa Contreras, Adriana Elisa. (2004). *El caos y la caracterización de series de tiempo a través de técnicas de la dinámica no-lineal*. Tesis para la obtención del título de ingeniero en computación. Escuela Nacional de Estudios Profesionales hoy FES Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México, México.



- Fernandois, Eduardo. (2008). *Wittgenstein, Geertz y la comprensión de metáforas*. *Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 40, No. 118, pp. 29-56, México.
- García-Colín Scherer, Leopoldo. (1987). *Y sin embargo se mueven... Teoría cinética de la materia*. Fondo de cultura económica, S. A. de C. V. Col. La ciencia desde México, No. 36, México.
- García Cruz, Juan Carlos. (2008). *Las metáforas en la comunicación de la ciencia. Análisis de la metáfora “el libro de la vida”*. Tesis para la obtención de grado de maestría en filosofía de la ciencia. Instituto de Investigaciones Filosóficas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gleick, James. (1987). *Chaos: Making a New Science*. Penguin books, USA.
- Harré, Rom; Clarke, David & De Carlo, Nicola. (1989). *Motivos y mecanismos. Introducción a la psicología de la acción*. Ediciones Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España.
- Hilborn, R. (2004). *Sea Gulls, Butterflies, and Grasshoppers: A Brief History of the Butterfly Effect in Nonlinear Dynamics*. *American Journal of Physics*. Vol. 72, Issue 4, pp. 425-427, USA.
- Jakobson, Roman. (1981). *Lingüística y poética*. Cátedra. Madrid, España.
- Lorenz, Edward N. (1993). *The Essence of Chaos*. University of Washington Press, USA.
- \_\_\_\_\_, (1963a). *Deterministic Nonperiodic Flow*. *Journal of the Atmospheric Sciences*. Vol. 20, pp. 130-141, USA.
- \_\_\_\_\_, (1963b). *The predictability of hydrodynamic flow*. *Transactions of The New York Academy of Sciences*. Ser. II, Vol. 25, No. 4, pp. 409-432, USA.
- Peirce, Charles S. (1966). *The Charles S. Peirce Papers*, edición en microfilm, Harvard University library, Photographic Service, Cambridge.
- Pérez Ransanz, Ana Rosa. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. Fondo de Cultura Económica, México.

Referencias



- Popper, Karl R. (1991). *La lógica de la investigación científica*, Editorial Tecnos, S. A., México.
- \_\_\_\_\_, (1972). *La ciencia: conjeturas y refutaciones*, en *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*, Paidós, Barcelona, España.
- Remer, T. G. (1965). *Serendipity and the Three Princes, from the Peregrinaggio of 1557*. University of Oklahoma Press, Norman, OK, USA.
- Rothbart, Daniel. (2004). *Modeling: Gateway to the Unknown, a Work by Rom Harré*. Studies in Multidisciplinarity, Volume 1, Elsevier, USA.
- Saunders, Rob & Gero, John S. (2002). *How to Study Artificial Creativity. Proceedings of the 4<sup>th</sup> conference on creativity and cognition*, pp. 80-87, Loughborough, UK.
- Schuster, Heinz Georg & Just, Wolfram. (1984). *Deterministic Chaos: an Introduction*. VCH. New York, USA.
- Simon, Herbert. (1973). *Does Scientific Discovery have a Logic?*, en Herbert Simon, *Models of Discovery*, Reidel, Pallas Paperbacks.
- Smagorinsky, Joseph. (1969). *Problems and promises of deterministic extended range forecasting*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 50(5), 286-311, USA.
- Snow, R. E. (1973). *Theory Construction for Research on Teaching*. In R. M. W. Travers (Ed.), *Second Handbook of Research on Teaching* (pp. 77-112). Chicago, Rand McNally, USA.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1997). *La creatividad en una cultura conformista*. Barcelona: Ediciones Paidós, España.
- Stewart, George R. (1941). *Storm*. Random House, New York, USA.
- Stewart, Ian, traducción Ortuño Miguel, Ruiz Martínez Jesús, et al. (2001). *¿Juega Dios a los dados? La nueva matemática del caos*. Editorial Crítica, S. A., Barcelona, España.
- Van Andel, Pek. (1994). *Anatomy of the Unsought Finding. Serendipity: Origin, History, Domains, Traditions, Appearances, Patterns and Programmability*. *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 45, No. 2, pp. 631-648, UK.