



FIG. 1: El Horizonte de sucesos. Memoria de mi Interior, La Plata Prov. de Buenos Aires 1986



FIG. 2: Conferencia Interior de los agujeros negros, UNDAV, Prov. de Buenos Aires 2023

## **NUEVO ENFOQUE CONCEPTUAL DE LA FOTOGRAFIA COMO UN SISTEMA MODERNO CUANTICO**

José Luis MAC LOUGHLIN

*EBAF Escuela Bonaerense de Arte Fotográfico,  
y Museo de Fotografía y Cine David Lacki,  
1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina*

Norma Graciela SANCHEZ

*International School of Astrophysics Daniel Chalonge - Hector de Vega,  
CNRS, INSU-Institut National des Sciences de l'Univers,  
Sorbonne Université, 75014 Paris, France.*

(Dated: 13 de Octubre 2023)

# Abstract

## RESUMEN

Damos aquí una nueva visión de la Fotografía como un sistema físico cuántico. Los conceptos de la óptica clásica y geométrica resultan limitados y desactualizados para describir desde la física actual y conceptual la totalidad del sistema fotografico. La física cuántica y la teoría de la información cuántica en sus versiones más actuales dan las bases fundamentales para describir la información de los distintos aspectos del proceso fotográfico. Hasta la fecha, esta formulación no había sido considerada. Esto da lugar, a un nuevo lenguaje y nominación de los elementos del sistema fotográfico, y proporcionamos así un diccionario entre la antigua y nueva nominación. No se trata aquí de limitar o reducir la fotografía solo a un concepto o aspecto científico, sino de completar la fotografía y darle una formulación moderna con una de las ramas más actuales y en desarrollo que es la física cuántica. Todos los otros aspectos de la fotografía: (artístico, periodístico, psíquico, médico, forense, ..., y muchos más,...), cada uno de ellos importantes en sí mismos, no son considerados en este trabajo, el cual se focaliza en una formulación nueva y conceptual. Es por primera vez que la fotografía es caracterizada como un sistema cuántico, de medición e información, y es en su *totalidad*, englobando todas las etapas y distintos estados contenidos en la misma, que ésta emerge claramente como un sistema cuántico: (medición, estado inicial negativo, análisis de datos, positivización, estado final positivo, información contenida o entropía, bidimensionalidad o superficie de la misma...), y ello cualesquiera sean los espectros de la luz, y los soportes en los que se graba la medición (papel, vidrio, digital, pantallas...). Los principios fundacionales de la física cuántica: (dualidad clásica-cuántica u onda-partícula, incerteza intrínseca cuántica, coherencia-decoherencia cuántica, aparato de medida, medición, observador, sistema observado...) se integran aquí en toda el proceso fotografico. (Las máquinas fotográficas antiguas, llamadas "máquinas rápidas" muestran de manera visible todo el proceso.) Una de las implicaciones de este enfoque cuántico, revela la analogía con la física de los agujeros negros: **(i)** la lente de la máquina de medición como un horizonte de sucesos, **(ii)** interior y exterior de la máquina oscura, **(iii)** entropía como la información contenida en la superficie, **(iv)** transformación de los distintos estados, del cuántico interior al clásico exterior, pasando por la interacción en procesos intermedios ... La fotografía es medida en unidades *qubits* de información. Y es la primera vez que a la fotografía se la llama "*Unidad de información*".

## Contents

I. Introduccion. Una Perspectiva Histórica	3
II. La Fotografía Como un Sistema Cuántico	5
III. La Información grabada en la Fotografía	6
IV. Los Estados Negativo y Positivo de la Medición Fotográfica: Duales Clásico - Cuántico Uno del Otro	8
V. Tratamiento de la Informacion	9
VI. Otros Aspectos: Digital, Analogico, Fractalidad	12
VII. Conclusiones	14
VIII. Algunas Referencias	15

## I. INTRODUCCION. UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA

- La historia conocida como primera cámara oscura en 1839 en Paris dando "origen" a la fotografía no fue así: La de 1839 no fue la primera cámara oscura de la historia, ni nació por generación espontánea.
- Antes, en la historia, Leonardo da Vinci (1452-1519), por mencionar el ejemplo más notable, ya había ideado y construido "Il Reffettore" (el reflector) con todos los principios de una máquina oscura y también la máquina de los espejos para reproducción múltiple de imágenes. El Canaletto en Venezia (1697-1768) y otros pintores de la perspectiva Veneziana y su Gran Canal habían ideado y utilizado las máquinas oscuras.
- La expresión de Daguerre: "*He atrapado el Sol y lo estoy obligando a que me pinte imágenes*" resume en realidad una sucesión de hechos desde Niepce hasta Daguerre en pos de la pintura. La fotografía nace entonces de forma "medieval", (en la "placenta" medieval, con "cultura medieval"), a pesar de haberse realizado cincuenta años después de la Revolución Francesa. La fotografía no existía como hecho en sí, sino como hecho

pictórico para suplir las falencias de los pintores hyperrealistas que Daguerre tenia en sus cinco dioramas esparcidos en el continente europeo.

- La discusion (entre boticarios, quimicos, fisicos, aficionados, Monsieur Chevallier dedicado a realizar los tripodes y las camaras, la critica de Charles Baudelaire, la Exposicion de Paris y sus 80 retratos), queda atrapada en la superficie misma de la emulsion fotografica: No va màs allà de la "*fenomenologia*", como escribe Kant en la "*Critica de la Razon Pura*": Hay que atravesar esa barrera de la "*fenomenologia*" para "*comprender el tema en si*". Un ejemplo es el siguiente:
- Diez años después de la Revolución Francesa, Napoleón no lleva solamente soldados a la ocupación egipcia sino que traslada con él los mejores artistas de Paris. No hay fotografia, pero si hay camara oscura, con el objetivo de copiar textos y dibujos a la perfeccion. Mientras que Inglaterra retorna con la Piedra Rosetta, Napoleón retorna con sus soldados transportando también enorme cantidad de papeles.
- Los jeroglificos de la Piedra Rosetta los intenta traducir sin éxito Atanasio Kircher, pues lo hace desde la apariencia misma de los simbolos que estaba viendo, del demótico de la Piedra Rosetta sin profundizar el significado (describia solamente y literalmente el simbolo que veia).

Mientras que Champollion, que tenia estudios de Matematicas, a los 40 años logra leer y traducir el significado de la escritura egipcia, in situ y recorriendo la sala hypostila: Después de 4000, 5000 años de esa escritura, toda la cultura egipcia es leida en voz alta por un solo ser humano (màs allà de Jung) en la historia de la Humanidad.

- La historia arriba resumida puede ser comparada a lo ocurrido hasta hoy con la historia de la fotografia:

La historia de la fotografía fue vista como Kircher vió la Piedra Rosetta, sin profundidad y así la "enlibró y le cobró" por ello a la humanidad.

A través de la historia, la fotografia se llamo' en Paris Daguerrotipo, en Londres Calotypia (Bellas imàgenes), màs tarde en Amèrica "Ferrotipos", Ambrotipos (placas de vidrios), Colodio'n hu'medo, Colodion seco..., también Esclava de las Artes, pero

es la primera vez que a la fotografía se la llama como lo hacemos en este trabajo  
"Unidad de información".

*Dentro de la perspectiva histórica arriba resumida,  
Hoy 2023, los autores de este trabajo, José Luis Mac Loughlin y Norma Graciela Sanchez,  
estàn dando a la fotografía una formulación totalmente nueva como sistema moderno  
cuántico, el que describimos en la siguiente Section.*

## II. LA FOTOGRAFÍA COMO UN SISTEMA CUÁNTICO

En la formulacion de la Fotografia como un Sistema de cuantico, aparece también una analogía con la fisica de los agujeros negros.

La correspondencia o conceptos principales son los siguientes:

- La lenteóptica pasa a llamarse horizonte de sucesos
- la cámara oscura pasa a llamarse máquina cuántica.
- El interior de la cámara oscura o máquina cuántica es cuántico y se puede comparar en ciertos procesos al interior de un agujero negro (de laboratorio).
- El objeto o sujeto en el exterior de la cámara cuantica està en decoherencia cuántica.
- La toma fotografica no es màs "tomar" ("quitar") sino que es es una medición cuántica.
- En esa medición cuántica, el objeto/sujeto llega al horizonte de sucesos aplanándose, tal que *solo un plano* de la profundidad de campo està en foco, y solamente uno, a medida que se acerca se hace *bidimensional*. Al llegar a la lente (horizonte de sucesos), la imagen ("imago", "espectro") deviene bidimensional y queda fija, ("congelada") en el tiempo, (o el tiempo de la medición queda fijo, congelado en la imagen).
- El primer estado (estado inicial) es cuántico, monochromatico y es el que corresponde al estado negativo: Es la matriz de todos los estados o imàgenes posteriores obtenidos a partir de ese estado inicial.

### III. LA INFORMACIÓN GRABADA EN LA FOTOGRAFÍA

El resultado bidimensional (qubits) del proceso de medición (fotografía) es la entropía del volumen de la realidad medida: Toda la información queda grabada en la superficie del volumen medido.

*Conclusion:* La placa o imagen fotográfica es la entropía total del objeto pues la información queda en la superficie. Así, la fotografía como sistema cuántico obedece a las leyes de la teoría de la información (cuántica).

La entropía como área o superficie del volumen considerado es una expresión general que se aplica en sistemas gravitatorios, y es característica de los agujeros negros o el universo.

Se aplica también en sistemas no gravitacionales para los que representa una entropía máxima o límite superior a las otras entropías no gravitacionales o estadísticas.

La antigua máquina fotográfica llamada "rápida" (conocida coloquialmente como máquina "minutera") es un Ejemplo muy ilustrativo de la totalidad de la fotografía como sistema cuántico:

Dicha máquina:

- (i) efectúa la medición,
- (ii) realiza en su interior el negativo (estado inicial),
- (iii) lo transforma o positiviza (proceso de decoherencia cuántica) y
- (iv) lo emite al exterior en estado positivo (estado final visible), que es un estado clásico.

La Entropía existe y puede definirse independiente del tiempo ... Es más, la Entropía siempre aumenta, y por lo tanto define en sí misma "la flecha" del Tiempo (siempre hacia el futuro). En el Interior, totalmente cuántico, del Agujero Negro Existe espacio, tiempo, entropía, masa, temperatura, ... Más aún: estas magnitudes físicas están relacionadas entre sí: tiempo, espacio, masa son lo mismo, (cambian sus unidades solamente). La Temperatura es una medida de la Longitud (o del espacio, o del tiempo). La Entropía es una medida de la superficie.

$$\text{Entropía} \implies \text{Área} \tag{1}$$

Interior y exterior de un agujero negro son duales cuántico-clásicos uno de otro: Son inversamente proporcionales uno de otro, y se pueden expresar mediante relaciones y ecuaciones

de dualidad, cualesquiera sean las magnitudes físicas consideradas, genericamente denotadas por  $O$  [Las Refs de la "Trilogía" 2019 de uno de los autores (NS), y PRD 2021, 2023 ]:

$$O_{interior} = \frac{1}{O_{exterior}} \quad (2)$$

Recordando que el interior es cuántico y el exterior es clásico o semiclásico.

Para la **Máquina Fotográfica** los conceptos se aplican de la misma manera:

- El Interior de la máquina es más cuántico, en el interior está la medición (fotografía) realizada en negativo.

- El negativo es un estado inicial cuantico en el interior de la máquina.

- El positivo que sale al exterior es el estado dual clásico de ese negativo.

- En el positivo se ve la información medida o captada por la máquina (en qubits de información).

- La transformación del negativo al positivo (revelado) es un proceso de interacción (de la luz con el granulado de la emulsion, o con los sensores), y de tratamiento de la información, que describimos en la Sección IV.

El proceso global en todas sus etapas es el de un sistema cuántico, desde la medición, pasando por el procesamiento de los datos medidos, hasta el resultado final, (clasicalización, decoherencia cuántica, reducción del paquete de onda, ...)

La función de onda cuántica representando ambas : la incidencia de la luz y la transición del interior al exterior de la máquina, tiene la siguiente expresión:

$$\Psi = C_i \exp [-i \phi] + C_e \exp [+i \phi] \quad (3)$$

La función de onda tiene dos componentes: La onda incidente y el término de onda saliente, (como la emisión Hawking).  $\phi$  denota las fases,  $C_i, C_e$  son las amplitudes constantes, incidente y saliente, caracterizando los respectivos estados.

#### IV. LOS ESTADOS NEGATIVO Y POSITIVO DE LA MEDICIÓN FOTOGRÁFICA: DUALES CLÁSICO - CUÁNTICO UNO DEL OTRO

- El estado negativo es temporalmente el primer estado de la información medida por la fotografía, es el estado cuántico, el que da origen al estado posterior de esa misma información que es el estado visible en positivo.
- El negativo es el estado cuántico e interior en la máquina de la fotografía (máquina cuántica), el positivo es el estado exterior a la máquina y es el estado final.
- En la "positivización" de la información medida opera la clasicización o decoherencia cuántica. El positivo es el dual clásico del negativo: La dualidad clásica-cuántica se manifiesta también en esta transformación.
- Qubit de información: La información está fragmentada en una medición  $A$ , una medición  $B$ , y una medición  $C$  sobre el mismo sujeto u objeto: Con la misma máquina cuántica obtenemos tres informaciones distintas.
- Toda la información que entra en la percepción visual está fragmentada pues nuestro sistema visual tiene un tapiz de bastones, un tapiz de conos, que están separados. Esa separación hace que la información esté fragmentada: mismo si es muy "fina" o pequeña para percibir con el ojo humano esa fragmentación.
- Una vez realizada la medición cuántica, por ej. una medida  $A$  convencional  $9 \times 13$ , en ese soporte existe una cantidad de qubits de información que no es igual para la medida 1, ni para la medida 2 ni para la medida 3 del mismo escenario de los hechos. Y esa información está fragmentada.

Una *misma medida* puede dar entonces distintos resultados: La función de onda cuántica correspondiente a esa misma medida (un mismo negativo) tiene en cuenta esas distintas posibilidades de resultados  $1, 2, 3, \dots$  (y de todos los posibles resultados para los estados positivos que se obtengan):



La función de onda cuántica de la medida es así una combinación lineal de esos resultados:

$$|\Psi\rangle = c_1 |\Psi_1\rangle + c_2 |\Psi_2\rangle + c_3 |\Psi_3\rangle + \dots \quad (4)$$

Y refleja una de las premisas fundamentales de la mecánica cuántica: El *principio de superposición* de estados,  $c_1, c_2, c_3, \dots$  siendo constantes que determinan la probabilidad de cada estado para esa misma medida.

- El resultado de la medida y de la totalidad del proceso teniendo en cuenta los estados intermedios (revelado y sus distintas posibilidades de resultados), puede ser representado de una manera general por el concepto cuántico de *matriz densidad*. Es el concepto general apropiado para describir "estados mezcla".

Es decir, cuando no se puede obtener el máximo grado de información a partir de la información existente en el sistema, la medida total se describe por un estado *mezcla* (mezcla porque es una superposición de estados (resultados posibles de la medida), cada uno con una cierta probabilidad  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_j$ ).

La matriz densidad cuántica de la medida tiene en cuenta todos esos posibles estados resultantes debidos al proceso intermedio del tratamiento de la información :

$$\rho = \sum_j c_j |\Psi_j\rangle \langle \Psi_j| \quad (5)$$

$c_j$  es así la probabilidad estadística de que ocurra el estado  $|\Psi_j\rangle$ . Por lo tanto sus valores están comprendidos entre 0 y 1, y la suma de probabilidades es 1:

$$0 \leq c_j \leq 1; \quad \sum_j c_j = 1 \quad (6)$$

## V. TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

La sensibilidad de una película fotográfica es la velocidad con la que su emulsión fotosensible reacciona a la luz.

Las distintas escalas de sensibilidad fotográfica se definen en función del tipo de emulsión fotográfica presente en la película.

(i) En las películas fotográficas, hay un concepto que se llama *latitud de exposición*:

Esta es la capacidad que tiene un material sensible, sea película fotográfica fotoquímica, o sensores de una cámara de alta tecnología digital (CCD, por su acrónimo inglés: charged coupled device): Es la capacidad que tiene el film de ser más sensible o menos sensible a la radiación luminosa. Por qué hay mayor o menor sensibilidad en el film?:

Por el tamaño de los compuestos de los halogenuros de plata. Así, más pequeños son esos granúlos, más capacidad del film de resolver los pequeños detalles, (texturas, matices, ...). Así, una película de 25 asas posee una curva sensitométrica muy aguda, el film capta en 25 asas y solamente en ese número. (Un error en una diferencia de 25 mismo pequeña, hace que la luz no queda grabada).

(ii) Una película de 400 asas (o isos, el estándar que define la escala de velocidad del film) tiene la granularidad muy grande y en consecuencia mayor captación de la luz, es más sensible a la radiación luminosa pero no puede resolver los detalles finos. Los granúlos, son como "islas" flotando en esa emulsión, y hay mucha separación entre ellos, y es en esos espacios libres o grietas, esos "vacíos", donde la luz no es captada.

(iii) Demos como ejemplo el comportamiento de una película de 400 asas: Es necesario mencionar que ese es el punto óptimo en cuanto al comportamiento de respuesta a la luz: La película puede trabajar como 200, como 100 y hacia el otro lado como 800, como 1600, como 3200 asas, lo cual se llama "*forzado químico*": Esto significa que la curva sensitométrica es tan amplia que toca todos esos valores: 400, 800, 200... En cambio la curva de 25 asas es tan aguda que solo toma el valor de 25 hacia un lado y otro, pero tiene una altísima resolución.

(iv) En nuestra nueva formulación o "nuevo sistema de modernización fotográfica", *no referimos más "altísima resolución"*, sino "*altísima captación de la información cuántica*". También otros nombres posibles podrían ser: mayor almacenamiento de la información, o de qubits de información.

(v) Entonces: En una medición cuántica 1, una medición cuántica 2, medición cuántica 3, donde se colocó en el aparato de medición: una película de 25 asas, una de 100 y una de 400,

el resultado de la medición no es el mismo en las tres placas siendo: en la primera medida (25 asas) altísima captación de información porque los halogenuros de plata muy pequeños están muy unidos entre sí (por eso es utilizada para fotografía de precisión), mientras que una película rápida (de 400 asas) no va a dar esos detalles de información, aunque igual producirá una imagen.

(vi) Con una *misma* cantidad de qubits de información del negativo (que es el estado inicial, cuántico, o matriz cuántica), se pueden obtener (según los protocolos o películas de revelado) *distintos* estados finales (positivos o estados clásicos) que contienen distintas cantidades de información, (información igual o menor al negativo). Utilizando películas que optimicen el tratamiento de la información se pueden lograr estados finales con gran contenido de información.

Esta situación la representa muy bien la Función de onda  $\Psi$  de la medida dada por el principio de superposición Ecuación (4).

Además, la emulsión, sus granulos y zonas de vacuidad pueden describirse como una *distribución fractal*. Así, para las zonas de vacío, puede calcularse su área o entropía o dimensión fractal, y para las zonas de gránulos también, es decir una medida de la información teniendo en cuenta también la distribución fractal de la emulsión.

### **En síntesis:**

*La fotografía (medición cuántica, información, qubits de información), incluye también el tipo de película fotográfica y su comportamiento, el tratamiento de datos, sea éste digital o de revelado (la placa sensible y su comportamiento respecto a la luz y a la resolución), es decir, la cantidad de información que el operador (fotógrafo) recupera de una medición cuántica*

O sea el qubit de información se utiliza en concepto genérico, hay distintas cantidades y grados de información captada en qubits de información, y la información está fragmentada.

Nuestro sistema visual cuando funciona normalmente tiene altísima captación y resolución de los detalles pequeños de la información, y la percepción visual está fragmentada.

## VI. OTROS ASPECTOS: DIGITAL, ANALOGICO, FRACTALIDAD

Otros aspectos que emergen son los siguientes:

Con una maquina estenopeica (que no tiene vidrios pulidos), se puede hacer también una medicion pero a esa medicion le va a faltar muchisima informacion. En tal camara estenopeica (podria ser la de Aristoteles, en la caverna), se obtiene una imagen espectral, difusa, sin variados grises, (nitidez y detalles están ausentes).

En fotografía digital, utilizar altas sensibilidades conduce en general a una calidad de imagen reducida (con un grano de película más grueso o mayor ruido). Es decir: cuanto mayor es la sensibilidad, más granulada será la imagen. En realidad, la sensibilidad está limitada por la *eficiencia cuántica* de la película o el sensor, (referido en la foto-sensibilidad a la conversion de fotones en electrones).

Cuando se dispone de una optica de altisima resolucion, con quasi nula aberracion cromatica, quasi nula aberracion esferica, hay muchisima resolucion. Pero la fotografia no funciona solamente allí , sino que funciona tambien con el material sensible que va a captar esa pelicula.

Con una optica de altisima resolucion, incide toda la informacion de manera eficiente, pero ésta puede diluirse en el tratamiento de esa informacion si se utilizan placas de 400 asas o de 800 asas, o 1600.

En fotografia digital, la unidad es el fotolito; sea en un sensor, o en una placa sensible, las leyes sensitometricas son las mismas: A la camara digital le ocurre exactamente lo mismo que a la pelicula: se eleva el iso, asa, a 1600, 3200, lo que se llama ruido de video, y es lo que en fotografia analogica se llamaba perdida de la resolucion.

Los fotolitos en la placa sensible estan formados por diodos (diodos fotoelectricos como en el efecto fotoelectronico, que pasa de fotones a electroneslos electrones). La funcion es la misma: Es una division dentro del sistema para captar informacion. Es una unidad de minima cantidad de informacion. La minima unidad de informacion dentro de la placa.

En el revelado analogico, entre un granulo y otro de un film de 400 asas, no se dispone (como en el tratamiento digital) de ningun fotolito ni fotodiodo, ni de nunguna microlente

entre ellos que redirija el haz de luz para que no incida en las regiones de vacío, sino que el haz de luz llega directamente a esas zonas. En el proceso fotoquímico, por acción de la luz, el halogenuro de plata se convierte en plata metálica.

*De todos modos, como ya mencionado, la cantidad de luz que no incide en las zonas de vacíos entre los granulos, es medible y cuantificable. Por un lado calculando la entropía mediante el tamaño o área total representada por las zonas de vacío. Por otro lado, utilizando el hecho que la granularidad y vacuidad de los films son propiedades genuinamente **fractales** y que su conjunto es el de una **distribución fractal** y tiene que ser descrito y estudiado como tal.*

Los granulos de haluros, halogenuros de plata, interactúan con la luz: luego se revelan en el proceso fotoquímico, y se convierten en placa metálica, esos granulos cambian de tamaño, de 25 aspas a 400 aspas: Son microcomponentes dentro de los qubits de información

Entre esas islas o grietas (vacíos), no se graba la información de los fotones incidentes; únicamente queda grabada la información incidente en el halogenuro de plata, o en los diodos fotolitos de las placas sensibles de los CCD digitales. Es decir: Falta un registro parcial de la luz tomada: Mayor es la falta de grabación de la luz tomada cuanto mayor es la sensibilidad del film o del CCD digital en cuestión. Menor es la falta parcial de esa información (antes llamada "resolución") cuando las placas que los capturan son más pequeñas y más cercanas entre sí. Es decir, con alta sensibilidad luminosa se "desajusta" la precisión.

En el sistema digital, entre los diodos fotoeléctricos se colocan microlentes para desviar (redirigir) los haces de luz hacia otro diodo, y así no incidir en las zonas de vacío donde no se graba la información. De esta manera, se optimiza la información.

Ninguna imagen es continua sino que está cuantificada, o es discontinua. En la película analógica este hecho es más notorio, y el grado de discontinuidad depende de las placas utilizadas.

En el sistema visual, también existe una micro-fragmentación en la imagen, aunque no lo vemos así.

## VII. CONCLUSIONES

(1) En este trabajo interdisciplinario hemos proporcionado una Nueva Formulacion Conceptual de la Fotografía como un sistema cuántico global. La física cuántica y la teoría de la información cuántica dan las bases fundamentales para describir los distintos aspectos del proceso fotográfico.

(2) Emerge una nueva denominacion de los elementos del sistema fotográfico, y hemos dado el diccionario entre la antiguo lenguaje y la nueva denominación.

(3) Es la primera vez que la fotografia es caracterizada como un sistema cuántico, de medicion e informacion, y en su *totalidad*: medición, estado inicial negativo, analysis de datos, positivización, estado final positivo, información contenida o entropía, bidimensionalidad o superficie de la misma ...

(4) En su totalidad, el sistema fotografico se describe en terminos de los principios fundacionales de la fisica cuantica y de la teoria de la informacion: dualidad clasica-cuantica u onda-particula, incerteza intrinseca cuantica, coherencia-decoherencia cuantica, aparato de medida, medicion, sistema observado... La funcion de onda y la matriz densidad de la medida son explicitadas teniendo en cuenta el tratamiento de la informacion (digital y analogico).

(5) Incluimos la geometria y estadistica fractal como la màs apropiada para el tratamiento de los datos o estados intermedios tanto en el proceso analogico (distribucion de la granularidad y vacuidad o lacunaridad) como en el digital (de los sensores, captores de fotones y vacios). Y para el computo de la entropia, captacion y no captacion de la informacion en ese proceso.

(6) Revela una analogia con la fisica de los agujeros negros: (i) la lente de la máquina de medicion como un horizonte de sucesos, (ii) interior y exterior al mismo (iii) entropia como la informacion contenida en la superficie, (iv) transformacio'n de los estados: cuantico interior al clasico exterior, pasando por la interaccion en procesos intermedios ...

La fotografia es medida en unidades *qubits* de informacion. Y es la primera vez que a la fotografia se la llama "*Unidad de información*".

[*Yo temo ahora que el espejo encierre El verdadero rostro de mi alma... El que Dios ve y quizás ven los hombres.* Jorge Luis Borges, 1975 ]

## VIII. ALGUNAS REFERENCIAS

[1] *Leonardo, Codici & Machine*, Carlo Starnazzi, Presentazione di Carlo Pedretti, CB Cartei & Bianchi Edizioni, 2006.

[2] Baudelaire, *Écrits sur l'art*, Édition de Francis Moulinat, Texte integral, Librairie Générale Française, Paris Montparnasse, 1992 et 1999, Édition 2023.

[3] Roland Barthes, *La chambre claire, Note sur la photographie*, Cahiers du Cinéma, Éditions de l'Etoile, Gallimard, Seuil, 1980, Edition 2021.

[4] José Luis Mac Loughlin, *Fotografia Experimental*, Serie *Memoria de Mi Interior*: Primer Premio Medalla de Oro, Salon Internacional de Singapur (1986); Primer Premio Medalla de Oro Salon Int. de Toronto (1997); *Torbellinos*, en el Horizonte de sucesos, 1997. Serie *Metafora de la Existencia*: El Aleph, Instalacion Espacial (2000). Serie *Espectros, Sombras Ilusorias* (blanco y negro), 2006.

[5] Norma G. Sanchez, *Quantum Trans-Planckian Physics inside Black holes and its Spectrum*, Physical Review D 107, 12601, 2023. Trilogy 2019. Harvard Reference: Sanchez N. G., 2019, *Unifying quantum mechanics with Einstein's general relativity*, Research Outreach (111). Available at: <https://researchoutreach.org/articles/unifying-quantum-mechanics-with-einsteins-general-relativity>

*Unification of black holes (of all masses) and the Quantum interior of black holes*, (2023) Available at: <https://chalonge-devega.fr/News-NormaSanchez2023-English.pdf>

[6] Philippe Dubois, *El acto fotográfico*, Eds Paidós Communication, en castellano, Buenos Aires 1983. Fig 1 *Authorization*, fotografia de Michael Snow, 1969, Ottawa, Canadá.

Denis Roche *Lo que se fotografía es el acto de fotografiar*, en Education 2000, n° 10, sept. 1978, y *La disparition des lucioles, (Réflexions sur l'acte photographique )*, Paris Ed. de l'Etoile col. Ecrit sur l'image, 1982, pag. 73.

[7] Erwin Blumenfeld, *Jadis et Daguerre*, 1975. Eds de la Martinière, Paris, 1996. Eds du Textuel 2013; Actes Sud (2022). *Les tribulations d Erwin Blumenfeld, 1930-1950*, Nadia Charbit-Blumenfeld, Nicolas Feuille, Paul Salmona, Flammarion (2022).

[8] Letterio Pomara, *Palermo & Parigi, Luoghi e momenti di due Osservatori*, Città di Palermo, Grafiche Renna, 2000. Paris et Epernay (2002). *Incontro culturale scientifico*, Palazzo Steri 2002. *9th Course on Astrofundamental Physics*, Palazzo dei Normanni, Palermo, 2002.

[9] John E. Beaver, *Photography (Second Edition)*, IOP Institute of Physics Publishing Ltd, UK, 2022.

[10] Alexander S. Balankin, Fractional space approach to studies of physical phenomena on fractals and in confined low-dimensional systems, in *Chaos Solitons & Fractals systems* Vol. 132, 109572, 2020.