

# Buscando a *SUSY*: procesos y propuestas artísticas en torno a la supersimetría cuántica

Iñigo Sarriugarte-Gómez

Universidad del País Vasco  

<https://dx.doi.org/10.5209/aris.90375>

Recibido: 8 de julio de 2023 • Aceptado: 9 de febrero de 2024

**ES Resumen.** La teoría cuántica de la supersimetría, conocida por su acrónimo SUSY, ha posibilitado una importante apertura para la investigación sobre partículas que se sitúan más allá de las primordiales que componen el Modelo Estándar y que se conciben como super compañeras. A partir de aquí una serie de artistas ha aplicado sus estrategias creativas para analizar e interpretar dicha especulación científica. Aunque el número de propuestas existentes son escasas en su número, esto no ha evitado que la calidad de los trabajos materializados presente altos índices de reflexión y madurez imaginativa, ya que un grupo destacable de estos autores ha disfrutado de estancias en el CERN, uno de los principales centros científicos para el estudio de las partículas elementales. Gracias a estos intercambios, se han podido materializar distintas propuestas con un carácter muy extensible, que abarcan desde formatos altamente computarizados, asumiendo un carácter inmersivo y multimedia, hasta propuestas que recogen otros soportes como el vídeo, la fotografía, la pintura y la instalación, entre otros.

**Palabras clave:** Supersimetría, SUSY, Física Cuántica, arte contemporáneo.

## ENG Looking for *SUSY*: processes and artistic proposals around quantum supersymmetry

**Abstract.** The quantum theory of supersymmetry, known by its acronym SUSY, has generated an important opening for research on particles that are located beyond the primordial ones that make up the Standard Model and that are conceived as super partners. From here, a series of artists has applied their creative strategies to analyze and interpret this scientific speculation. Although the number of existing proposals is low in number, this has not prevented the quality of the materialized works, appearing high levels of reflection and imaginative maturity. A remarkable group of these authors has had stays at CERN, one of the main scientific centers for the study of elementary particles. Thanks to these exchanges, it has been possible to materialize different proposals with a very extensible character, ranging from highly computerized formats, assuming an immersive and multimedia sense, to proposals that include other supports such as video, photography, painting and installation, among others.

**Keywords:** Supersymmetry, SUSY, Quantum Physics, Contemporary Art.

**Sumario.** 1. Breve introducción teórica, 2. Propuestas artísticas relacionadas con la supersimetría cuántica, 3. Discusión, 4. Conclusiones. Referencias

**Cómo citar:** Sarriugarte-Gómez, I. (2024). Buscando a *SUSY*: procesos y propuestas artísticas en torno a la supersimetría cuántica. *Arte, Individuo y Sociedad* 36(2), 267-280. <https://dx.doi.org/10.5209/aris.90375>

### 1. Breve introducción teórica

La Física Cuántica ha posibilitado nuevas aperturas teóricas y aplicaciones prácticas, que están en continua evolución y transformación interpretativa según van avanzando los medios tecnológicos para detectar y estudiar las partículas más ínfimas de nuestra realidad. Entre estas implicaciones, encontramos a *SUSY*, el acrónimo en inglés del término supersimetría, que no sólo se ha centrado en la investigación paralela de las condiciones y peculiaridades de los fermiones y los bosones, sino que igualmente acoge la posible existencia de cuerpos que están más allá de las elementales y sus relaciones dentro del Modelo Estándar de Física de Partículas (ME). A pesar de la aceptación del modelo anterior por la amplia comunidad científica, se requiere de un repertorio ampliable que pueda aglutinar el conjunto de partículas fundamentales junto con sus interacciones entre todas ellas. Si bajo este paradigma se aglutinan simetrías muy básicas, en cambio con *SUSY* se recoge la posibilidad de otras correspondencias más complejas y enigmáticas. Dicho de otra manera, según la teoría de

la supersimetría, a cada partícula elemental que compone el Modelo Estándar le acompañaría un compañero supersimétrico, lo que posibilita que nos hallemos ante un número doble de corpúsculos frente al conocido referente. De hecho, “para cada partícula del ME, SUSY infunde un súper compañero o una *s-partícula*, con una diferencia de giro de la partícula ME por 1/2 unidad.” (Bhaduri y Bhaduri, 2020, p. 437)

El entramado fundamental de SUSY estriba en la capacidad extensible del conjunto de partículas subatómicas, ya que a cada una de estas le atañe un *partner* supersimétrico, siendo nombrado como “súper compañero”, es decir, a cada fermión le corresponde un elemento bosónico, mientras que a la inversa se produce el mismo episodio. En palabras de Baer y Tata:

Vemos que la supersimetría requiere para cada bosón la existencia de un compañero fermión, y viceversa. En otras palabras, todo bosón del ME (fermión) tiene un compañero supersimétrico fermiónico (bosónico) aún no visto. Además, la supersimetría relaciona las interacciones de las partículas del ME y sus socios supersimétricos de la misma manera que el isospín relaciona las interacciones de protones y neutrones (2022, p. 18).

Recordemos que se establecen dos dominios cruciales. Por un lado, los bosones (fotón, gluon, bosón gauge y bosón de Higgs), y, por el otro, los fermiones, con sus seis tipos de cuarks y los leptones, que a su vez se dividen en neutrinos, el electrón, el tau y el muon. Si los fermiones se encargan de constituir la materia del universo, los bosones asumen el papel de transmisores de fuerza. En este sentido, ambos resultan prioritarios, destacando en especial el papel de los bosones, ya que son los corpúsculos responsabilizados de propagar las fuerzas fundamentales que se producen en nuestro universo: la interacción nuclear fuerte y débil, la interacción electromagnética y la fuerza gravitatoria. En este sentido, si se asume que nuestro universo es supersimétrico, facilitaría disponer de una teoría totalizadora competente para aunar por ejemplo la gravedad con las demás interacciones.

Esta correspondencia en ambos sentidos acarrea el origen de nuevas denominaciones técnicas, que obedecen a este tipo de coordinación de partículas. Las súper compañeras de los fermiones asumen la inclusión de la “s”, al igual que el electrón se encuentra en correspondencia con el selectrón, y el quark con el squark; y de este mismo modo encontramos al smuon, sneutrino y stau.

Por el otro lado, lo que se añade a las diferentes nomenclaturas de los súper compañeros de los bosones, sería el sufijo “-ino”, habilitándose nuevos conceptos como el fotino frente a fotón, el gravitino ante el gravión y otros tantos como el gluino, zino, wino y el higgsino.

El concepto de simetría puede asumir distintas variantes, desde las geométricas, tal y como lo podemos observar en un objeto esférico, hasta las dinámicas, que serían vinculadas con el tiempo y que se pueden observar en el ciclo de día-noche o en el ritmo de una sinfonía. Pero dentro de la Física Cuántica, se valora la existencia de una simetría no conexas de manera directa con nuestra percepción y experiencia cotidiana, que podría ser considerada abstracta y entendida como la simetría del isospín o espín isotópico, lo que refuerza el sentido de campo supersimétrico mediante los multipletes de espín, comprendidos según Polonsky como “...bloques de construcción fundamentales que están sujetos a las transformaciones supersimétricas. Nociones que recuerdan las simetrías del bajo flujo energético y sus bloques de construcción fundamentales, los multipletes de isospín” (2001, p. 27).

Bajo esta teoría, se puede incluir una simetría más en base a la propiedad cuántica del espín, que corresponde a la misma rotación de una partícula o dicho de otra manera permite que dichas partículas asuman un momento angular de carácter intrínseco, que implicaría la existencia de súper compañeras con espín contrario de distintas partículas. Gracias a esta interpretación, nos encontramos con un sistema que dobla el número de partículas del citado Modelo Estándar (ME).

Los conocimientos habilitados en el presente aún resultan muy peregrinos para consolidar tesis sólidas, ignorándose todavía la existencia de esta teoría en la naturaleza. De hecho:

(...) la supersimetría surge como una simetría que combina bosones y fermiones en la misma representación de multipletes de grupos ampliados que abarcan tanto las transformaciones del grupo de Poincaré y las transformaciones apropiadas de la supersimetría... En vista del hecho de que tal espectro de partículas no es compatible con la observación, la supersimetría debe ser malamente incierta en el nivel de las energías disponibles en la actualidad. Claramente sólo la observación experimental puede decidir si la supersimetría está verdaderamente inherente en la naturaleza (Müller-Kirsten y Wiedemann, 2020, p. 2).

Se espera que todo este entramado pueda ser demostrado gracias a la operatividad de los aceleradores de partículas, como el Stanford Linear Collider (SLC) y especialmente el Large Hadron Collider (LHC), y que de este modo se hagan observables las masas de los súper compañeros dentro de la franja medible de 100 GeV a 1 TeV, lo que se espera ocurra pronto como un hecho de alta probabilidad de carácter estadístico. Así se podría aseverar dicha teoría, teniendo en cuenta que el Large Hadron Collider (LHC) permite operar en su máximo exponencial energético a 14 TeV. En este sentido, “existen proposiciones teóricas que sugieren que las masas de las partículas podrían ser inferiores a 1 TeV y, por lo tanto, los experimentos en el LHC son los más adecuados para ser analizados para el descubrimiento de partículas SUSY.” (Bhaduri y Bhaduri, 2020, p. 437) Estas colisiones generadas deberían producir súper compañeros, pero hasta el momento los experimentos no han dado los resultados deseados. No obstante, la construcción de futuros aceleradores de partículas seguramente aportará una mayor capacidad de resolución perceptible.

Se supone que las súper compañeras deben mostrar una masa idéntica a la que disponen las partículas del Modelo Estándar, pero el Large Hadron Collider (LHC) no ha podido hallarlas, lo que podría indicar

que quizás su masa sea diferente respecto a lo defendido hasta el momento. Tal y como es planteado por numerosos científicos:

La supersimetría en la escala electrodébil sigue siendo una de las soluciones más célebres al problema de jerarquía del Modelo Estándar (ME) hasta la fecha. Sin embargo, los experimentos del LHC aún no han encontrado excedentes significativos en su búsqueda de súper compañeros (Sabyasachi y Roy, 2018, p. 2).

Como siempre los interrogantes son numerosos y el camino que queda por estudiar se presenta complejo y dilatado en el tiempo, pero sin dejar de lado la esperanza de que se algún día se atisben mejores resultados, siguiendo de este modo el pensamiento de Gribbin:

Yo me siento realmente optimista. Por lo menos ya sabemos que si se incorpora SUSY a los cálculos, las extrapolaciones de las constantes de acoplamiento a mayores energías se sitúan más cerca de la unificación que si las extrapolaciones se realizan basándose únicamente en el modelo estándar sin SUSY, lo que constituye en sí un paso importante (2000, pp. 167-168).

Debemos recordar que a partir de la supersimetría se han implementado otras teorías, como la vinculada con las supercuerdas, que ayudaría a revelar la estructura de la materia; y otras tantas que permiten explicar en el Universo la composición y características de la materia oscura, que supuestamente podría estar compuesta de innumerables partículas supersimétricas con un carácter más ligero, estable y neutro, lo que permitiría dilucidar la manera en que se forma dicha sustancia invisible. En este sentido, tal y como lo aseveran destacados científicos:

La supersimetría con su nuevo aparato matemático pronto condujo a investigaciones de asociaciones en otras áreas de la física. Una fue la propia mecánica cuántica tradicional, en la que, como hemos señalado, se conocen desde hace mucho tiempo diversas coincidencias misteriosas. Empleada por primera vez como el llamado *modelo de juguete* de la teoría de campos, nació la mecánica cuántica supersimétrica, basada en la noción de *potenciales asociados* derivables de un *superpotencial* subyacente (Gangopadhyaya et al., 2011, p. 4).

## 2. Propuestas artísticas relacionadas con la supersimetría cuántica

Cada vez resultan más numerosos los encuentros y certámenes que asumen referencias nominativas relacionadas con esta teoría, caso de los *Projectes Lab* que se realizan dentro del Centre d'art Torre Muntadas (El Prat de Llobregat, Barcelona), donde se puede encontrar el laboratorio conocido como *Supersimetría*, un espacio metodológico de apoyo a la formación y creación para artistas estacionados entre su último periodo de formación y el comienzo de elaboración de proyectos propios:

En este proyecto formativo-expositivo nosotros concebimos que la pieza artística (partícula) no puede crearse sin un proceso creativo que le da forma (antipartícula) y aunque este fenómeno no sea visible o no tengamos evidencias, no significa que uno exista sin el otro (Unzip Arts Visuals, 2018, s.p.).

Otro ejemplo sería la plataforma *Supersimétrica*, que se crea en el año 2016 y está enfocada en la promoción de diseños independientes que provienen de países latinoamericanos y del sur de Europa, de este modo, se ha impulsado una red asociativa y de carácter autónomo, que presenta sus obras durante los días en los que se celebra ARCO. (Matadero Madrid. Centro de creación contemporánea, 2017, s.p.)

Un formato creativo con el mismo nombre es el que lleva a cabo Synichi Yamamoto con el objetivo de impulsar a artistas de distintas especialidades para que generen discursos cruzados, lo que permite entrelazar un amplísimo espectro de dinámicas, datos científicos y filosóficos, implicación tecnológica y cultura tradicional, entre otros tantos campos (superSymmetry, 2022, s.p.).

Aportadas estas breves anotaciones, a continuación, vamos a analizar los distintos procesos artísticos que se han llevado a cabo en conexión con dicha temática, recogiendo un diversificado espectro aplicativo, que oscila entre desarrollos altamente tecnológicos y computarizados hasta un rango caracterizado por soportes más tradicionales, caso del propio espacio pictórico.

Entre estos primeros, destacamos la instalación del artista japonés Ryoji Ikeda titulada *Supersymmetry* (2014), que se focaliza en un análisis sobre partículas que todavía no han sido descubiertas, campo de investigación del Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) en Ginebra, centro donde realizó su residencia entre 2014-2015. Aunque hoy en día el reconocimiento de este autor se entronca con la interpretación creativa de distintas teorías cuánticas, apartado que ha adquirido un creciente protagonismo a raíz de su estancia en dicha institución, anteriormente su vinculación ha estado más orientada hacia la música electrónica generada mediante computadoras. En la actualidad, combina el arte de datos, la hermenéutica versada en las teorías cuánticas y el análisis del sonido en conjunción con imágenes impregnadas de luz y emitidas mediante postulados matemáticos.

En esta instalación audiovisual, se puede observar una multiplicidad de datos, que asumen el comportamiento de las partículas colisionando y parpadeando entre ellas dentro de unos espacios compuestos de numerosos cubos y recorridos conformados por pantallas. En palabras del artista: "Durante el periodo de mi residencia en el CERN, se estaban realizando experimentos con el objetivo de probar la existencia de *partículas de supersimetría* aún no descubiertas que forman pares con las partículas que componen el llamado Modelo Estándar" (Culpan, 2015, s.p.).



Figura 1. Ryoji Ikeda, *Supersymmetry*, 2014. 40 proyectores DLP, 41 ordenadores, altavoces.  
(Web del artista: <https://www.ryojiikeda.com/project/supersymmetry/>)

Mediante esta propuesta, se invita al espectador a recrear su imaginación trasladándola a un ámbito más propio de un acelerador de partículas. Únicamente se acerca mediante la herramienta de la imaginación y la intuición, para concebir un espacio inmersivo y multimedia que permita excitar la percepción y la sensibilidad estética del observador, lo que facilita conformar una especie de estética cuántica, quizás un término al que pronto nos debamos acostumbrar.

Para la elaboración compositiva del proyecto, no sólo se recogieron datos relacionados con la teoría de la supersimetría, sino que también recopiló información diversa a partir de encuentros y conversaciones con los físicos y científicos del Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN), que trabajan dentro de este campo de la Física Cuántica. De ahí, que haya mostrado una especial atención al modo en que las partículas obtienen su masa y los componentes esenciales de la materia en base a esta teoría científica. Para ello, plantea una compleja instalación compuesta de cuarenta computadoras y sus correspondientes proyectores, DLP, altavoces, etc., con imágenes generadas por ordenador a través de datos aplicados a la creación de diversos gráficos, que han sido desarrollados por Norimichi Hirakawa, Tomonaga Tokuyama y Yoshito Onishi.

La propuesta asume dos protocolos denominados “supersimetría [experimento]” y “supersimetría [experiencia]”. En relación con esta primera, el espectador tiene la posibilidad de presenciar una serie de fenómenos físicos antes de ser registrados como datos. En este proceso, se instalan tres cajas con superficies (1m x 1m) bañadas por una fuerte luz blanca que guardan diminutos rodamientos de bolas, lo que conforman patrones únicos e impredecibles. Estas bolas están compuestas de diferentes materiales que muestran pautas distintivas según la inclinación de la superficie sobre la que se apoyan, desde formaciones agrupadas hasta pautas más individualizadas. Se trata de simular de modo imaginativo el proceder de las partículas subatómicas. Para ello, todo el proceso es monitorizado y registrado mediante láseres que traducen esta variable de comportamientos en distintos datos que podrán ser observados en unas pantallas.

En la segunda fase, el artista instala dos pantallas de video horizontales, paralelas y enfrentadas, donde se pueden observar dos filas de veinte monitores a cada lado, que reconstruyen con exactitud a partir de los anteriores datos analizados una serie de imágenes dinámicas, que permiten traducir el comportamiento anterior de los rodamientos. Todos los monitores operan de manera simultánea, respetando una serie de reproducciones de audio vinculadas con modelos matemáticos (Yamaguchi Center for Arts and Media, 2014, s.p.), además de mostrar lecturas sobre un proceder supersimétrico, con imágenes acontecidas que funcionan de modo coincidente tanto en su movimiento y parpadeo.

En cada pantalla, se pueden advertir comportamientos dispares de partículas, apareciendo y desintegrándose, desde formas geométricas blancas hasta cuadrículas, así como distintos escenarios posibles que simulan la realidad más cercana a los entresijos de esta teoría cuántica. Incluso, hace uso de la sonoridad con pitidos sintéticos, clics rítmicos o sonidos diversos que aportan una atmósfera inclusiva para el espectador. Por ejemplo, en una de las pantallas se recogen partículas negras en alusión a la materia oscura, así como recorridos curvos sobre la teoría del espacio y tiempo y la curva de Riemann. En definitiva, no se trata de materializar una verdadera representación mimética y científica de la conducta supersimétrica de estas partículas, aunque haya partido de esta teoría, sino que su objetivo es recrear de manera creativa e imaginativa la existencia de este dominio cuántico, teniendo en cuenta el misterio que todavía concierne a estos planteamientos científicos. De hecho, debemos asumir que

(...) los físicos de la generación más joven ya se están revelando: los signos largamente esperados de la salvación supersimétrica no se ven por ningún lado. Ni siquiera desde el LHC o del Colisionador de Hadrones del CERN. En este punto conviene tener en cuenta que la supersimetría es simplemente una teoría hipotética entre muchas otras teorías hipotéticas para describir el mundo de la física. Por tanto, no busquemos la naturaleza física del mundo en la exposición de Ikeda. Uno podría encontrar allí tanto como se podría encontrar lingüística y semiótica en uno de los ensayos de Valdur Mikita. Busquemos, en cambio, un sueño, un sueño de un mundo ideal, supersimétrico (Hektor, 2016, s.p.).

Al emplear dos paredes duales se genera una vinculación metronómica, donde simuladamente a cada bosón le correspondería un súper compañero, es decir, un fermión, y viceversa, de ahí que se presenten dos espacios similares, pero no idénticos, caracterizados por la presencia de las distintas partículas con sus destellos lumínicos. Todo se articula con una precisa coreografía y relación simbiótica en base al dinamismo rítmico de los píxeles que representan a los multipletes de corpúsculos, generando estructuras destellantes en las pantallas. Gracias a la programación aplicada, puede reproducir todo tipo de comportamientos dinámicos, interactuando, vibrando y concediendo coreografías inexplicables hasta desaparecer visualmente ante la mirada del espectador, debiéndose admitir que su existencia ya no es posible para la percepción humana.

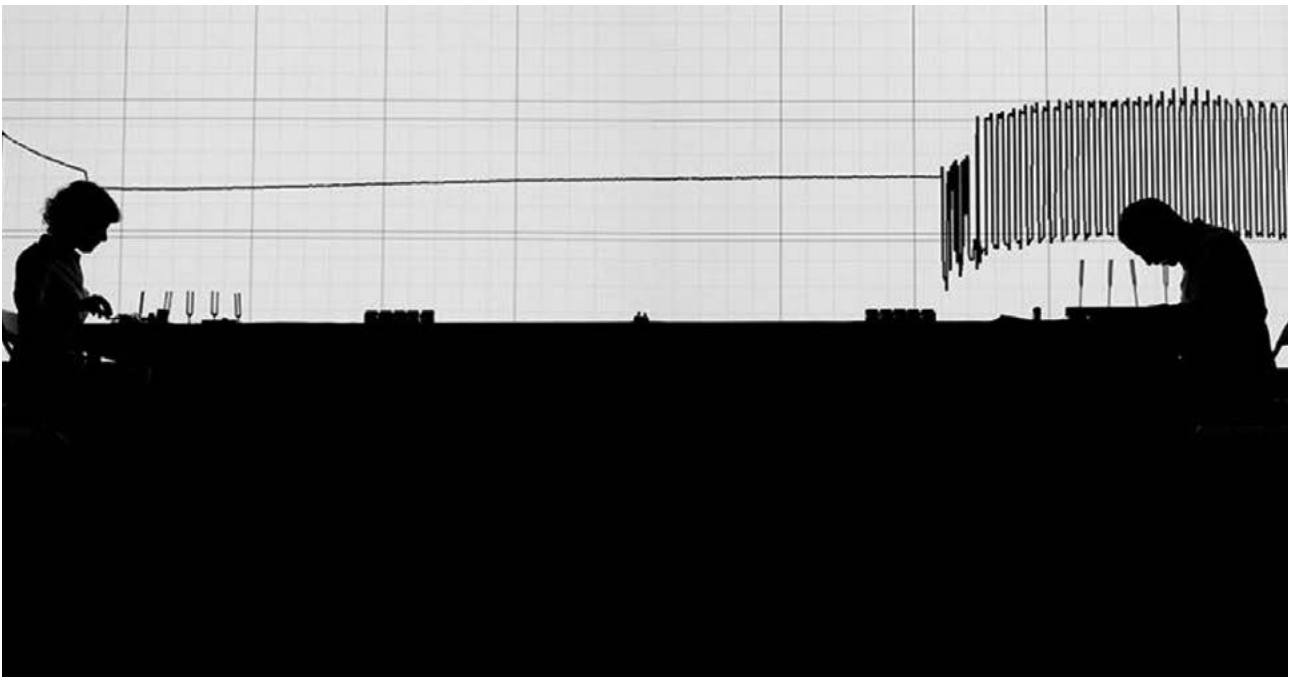


Figura 2. Ryoji Ikeda, *Superposition*, 2012. Performance.  
(Web del artista: <https://www.ryojiikeda.com/project/superposition/>)

Por otro lado, en una instalación anterior, titulada *Superposition* (2012), se confiere una sobreposición de elementos mediante aplicaciones matemáticas propias de la mecánica cuántica, que también aludiría a la supersimetría. En este caso, los performers Stephane Garin y Amélie Grould se ven involucrados dentro de un escenario donde todos sus componentes se articulan y dislocan constante y simultáneamente en una misma pieza bajo la superposición de imágenes, planteamientos matemáticos, sonidos y actos humanos. En definitiva, una manera creativa de entender la realidad dentro de una escala atómica. Esta última propuesta igualmente mantendría una conexión con *Datamatics* (2008), donde a través del sonido y las imágenes nuevamente nos acerca el mundo de la mecánica cuántica y las matemáticas.



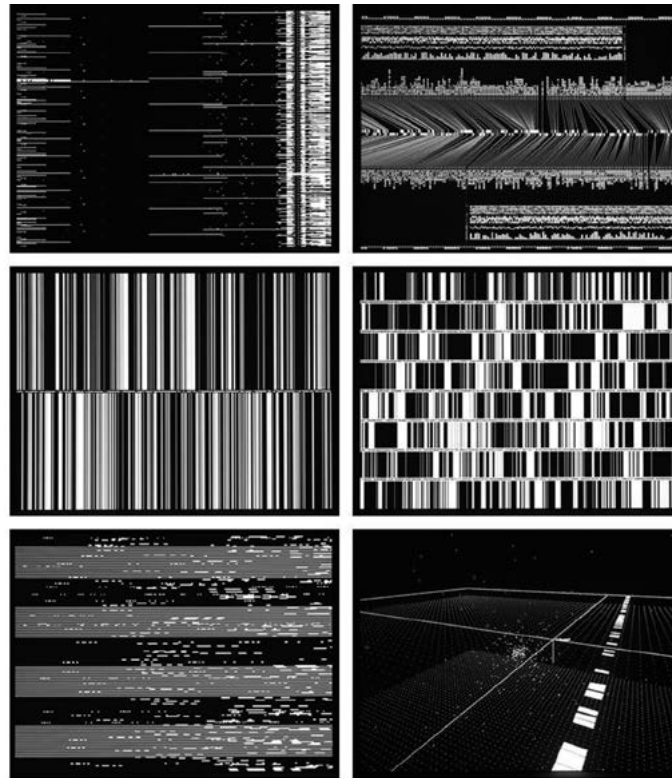


Figura 3. Ryoji Ikeda, *Datamatics*, 2008. Gráficos de computadora.  
(Web del artista: <https://www.ryojiikeda.com/project/datamatics/>)

El interés temático de la mexicana Tania Candiani se ha centrado en propuestas interdisciplinarias con el objetivo de entrelazar distintos campos como la música, la tecnología, la performance, la instalación, la lingüística, las artes visuales, el *site-specific*, la tradición y la ciencia, entre otros, y de este modo establecer sistemas de conocimiento más complejos. Impulsada por su residencia en el Arts at CERN durante el 2022, presenta ese mismo año la instalación *Supersimetría*. La estancia en este centro le ha permitido intercambiar impresiones y recopilar información con el personal de dicha institución. Igualmente, tuvo a su disposición placas fotográficas, que mediante la manipulación lumínica, permitía detectar las partículas microscópicas, planteamiento que será trasladado a unas esculturas de aluminio, cuyos reflejos se expandirán por toda la fachada del Museo Universitario de Arte Contemporáneo (MUAC) de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Figura 4. Tania Candiani, *Preludio cuántico*, 2022. Videoinstalación de dos canales, sonido octofónico: 27 minutos y 20 segundos.  
(Foto cedida por la artista)

Esta obra venía precedida por la acción sonora denominada *Preludio Cuántico* (2022), donde se entrecruzan instrumentos y voces para crear un cómputo informativo que se nutre de cuestiones asociadas a la Física Cuántica y antiguas cosmovisiones aportadas por los indígenas. La propuesta coreográfica juega con la idea de la súper compañera, recreándose mediante este procedimiento: Dentro del Espacio Escultórico de citado museo, se habilita un monumento megalítico circular rodeado de 64 pirámides simétricas de base rectangular, a las que se le vinculan el mismo número de músicos, de este modo, se duplica el valor geométrico y numérico de la sonoridad. Igualmente, la propuesta ha sido presentada como instalación videográfica de dos canales, agrupando por un lado imágenes extraídas de los archivos del Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) junto con las filmaciones de los 64 músicos durante la interpretación de la pieza compuesta por Rogelio Sosa en dicho espacio.

Retomando la primera propuesta, se instalan ocho piezas de aluminio en la superficie del espejo de agua con forma rectangular que se encuentra en la entrada del Museo Universitario de Arte Contemporáneo (MUAC), siendo descrita la instalación de este modo:

Candiani parte de uno de los negativos fotográficos de los primeros experimentos en el CERN, donde a través de la lluvia de fotones fue posible ver partículas diminutas hasta el momento invisibles. En el espejo de agua, las esculturas en aluminio se distribuyen en el agua y configuran el trazo y movimiento de las partículas... (Prendes, 2022, s.p.).

Este planteamiento conceptual también surge de la imagen fotográfica originada a partir de un experimento de cámara de Wilson, es decir, uno de los primeros detectores que permitía percibir las señales de partículas de radiación ionizante. En este sentido, las piezas metálicas ubicadas en la superficie acuosa posibilitan que puedan reverberar los desplazamientos de las partículas subatómicas, aludiendo así a los súper compañeros no descubiertos de bosones y fermiones.



Figura 5. Tania Candiani, *Supersimetría*, 2022. Esculturas en aluminio galvanizado. (Foto cedida por la artista)

También, inmersa en el ámbito videográfico encontramos la propuesta *Supersymmetry* (2017) de Denise Iris, con una duración de 29 minutos y proyectada con dos canales, donde en determinados segundos las imágenes se aúnan de manera perfecta, generando la simulación de la complementación y la alusión a la teoría cuántica. En momentos concretos, las imágenes de cristales de hielo asumen el papel de partícula súper compañera, sintonizándose y armonizándose con su *partner*. De idéntico modo, parecen situarse en una estricta conformación de simetría matemática, lo que debería redundar en una extensión a posteriores campos y así demostrar la tesis de Bense a través de la historia intelectual de las matemáticas y las artes, tal y como lo expresa Leopold:

Los desarrollos posteriores de las matemáticas como pensamiento en estructuras y sistemas según Felix Klein y David Hilbert proporcionan la base para la aplicabilidad general de las matemáticas también para estructuras estéticas en la actualidad, incluidos los métodos computarizados como los métodos de diseño paramétrico (2023, p. 585).





Figura 6. Denise Iris, *Supersymmetry*, 2017. Película de 2 canales, sonido, 29 minutos.  
(Foto cedida por la artista)

Además de acercarse a esta teoría, este proyecto muestra principalmente un recorrido poético por los paisajes helados del Ártico, tanto desde su perspectiva interior como desde los propios exteriores del lugar. El protagonista de la filmación da a entender que se encuentra menguado en su capacidad física, lo que favorece un estado alucinatorio o simplemente una condición que le permite adentrarse en una nueva dimensión cuántica, donde los glaciares pueden ser percibidos como nuevas realidades que antes no eran manifiestas mediante sus ojos, tal y como ocurre cuando se generan los instantes de superarmonización entre dos imágenes. La propuesta no sólo permite acercarse a la representación de otros niveles de conciencia, sino que genera una llamada de auxilio ante la destrucción de este entorno natural. En palabras de la autora<sup>1</sup>:

Para que podamos comprender verdaderamente la crisis climática a nivel emocional, necesitamos conectar este fenómeno externo con nuestra experiencia interna de pérdida; en resumen, tenemos que lidiar con nuestra propia desaparición. La noción de que existe alguna equivalencia o correspondencia entre niveles dispares me llevó a la supersimetría. No pretendo entender la teoría cuántica, pero me atrajeron sus implicaciones poéticas. Resuena con el principio alquímico *Como es arriba, es abajo*. artista (email recibido el 29/06/2023).

La combinación entre imaginación y observación, ficción y documental, contemplación y narrativa se convierte en los ingredientes metodológicos para adentrarse en el Ártico y en su problemática actual. Para ello, las filmaciones se realizaron en espacios próximos al Polo Norte y en las instalaciones del Observatorio Terrestre Lamont-Doherty (Universidad de Columbia).

Otro creador que fusiona la tecnología con el arte es el fotógrafo y futuro astronauta<sup>2</sup> alemán Michael Najjar. Tanto en formato fotográfico como videográfico proyecta de manera imaginativa venideras realidades sociales donde la tecnología se presenta como el protagonista fundamental de la sociedad, siendo este el caso de la serie *Outer Space* (2015-2021). Aquí, analiza los últimos descubrimientos vinculados con la exploración espacial y las posibilidades ulteriores de cómo se modelará nuestra vida futura en este planeta, en su órbita cercana y en otras esferas celestes.

Al igual que los anteriores artistas, también realiza una breve estancia en el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) durante el año 2019 con la intención principal de conocer sus instalaciones. A partir de esta experiencia desarrolla *Supersymmetric Particles*, una imagen de ATLAS, uno de los cuatro localizadores de partículas del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) y el mayor del mundo, donde se recrea la realidad propia y compleja del mundo subatómico y, de esta manera, se indaga en la búsqueda de partículas supersimétricas. Recordemos que

<sup>1</sup> Con el objetivo de recabar más información sobre los distintos proyectos, entre el 11 y 12 de mayo de 2023, se remite un email a los siguientes artistas: Ryoji Ikeda, Tania Candiani, Denise Iris, Michael Najjar, Nikolas Soren y Kath Egan, recibiendo respuesta de los últimos cinco creadores.

<sup>2</sup> Próximamente, este artista tendrá la oportunidad de realizar un vuelo espacial con Virgin Galactic a bordo de la nave espacial VSS Unity, lo que le convertirá en el primer artista contemporáneo con estas características. Para obtener más información al respecto, consultar en: <https://www.hasselblad.com/inspiration/stories/outer-space-michael-najjar-hasselblad/>



(...) de acuerdo con el formalismo de la supersimetría, cada partícula tiene una compañera supersimétrica aunque aún no se haya detectado ninguna de estas parejas supersimétricas. Pero se estima que será posible encontrarlas en las señales registradas tras las colisiones a alta energía de los protones del acelerador LHC, el mismo que ha proporcionado la evidencia experimental del bosón de Higgs. Si no llegaran a aparecer, la conmoción en la física teórica sería muy profunda (Pérez-Bernal, 2015, pp. 152-153).

De igual modo, dentro de este dispositivo, se pueden simular los segundos posteriores e iniciales al Big Bang y el bosón de Higgs, entre otros fenómenos, mediante colisiones generadas entre haces de protones de hidrógeno. En relación con este planteamiento anterior, deberíamos anotar las subsecuentes palabras:

*SUSY* lleva las simetrías a sus últimas consecuencias y postula que, al nacer el universo, en el momento del Big Bang, las partículas que conocemos y sus parejas súper simétricas debían estar al mismo nivel. Pero que conforme el universo se fue enfriando, de acuerdo con el formalismo de ruptura espontánea de la simetría, se fueron distinguiendo las masas de las partículas conocidas y las de las partículas súper simétricas (Pérez-Bernal, 2015, p. 151).

El único protagonista de este espacio gráfico es el colisionador ATLAS, en el cual los científicos han puesto grandes esperanzas para poder responder a numerosas interrogantes. Tal y como lo relata el propio artista:

En 2019 obtuve permiso para tomar fotografías en el CERN en Ginebra. Como trabajo desde hace mucho tiempo en el tema de la exploración espacial, esta fue una gran oportunidad para mí de crear una obra de arte que cuenta una historia sobre los primeros momentos de nuestro universo. Decidí retratar el detector ATLAS, que busca la supersimetría, ya que predice que cada partícula en el Universo tiene un compañero supersimétrico con un espín que difiere (email recibido el 18/05/2023).

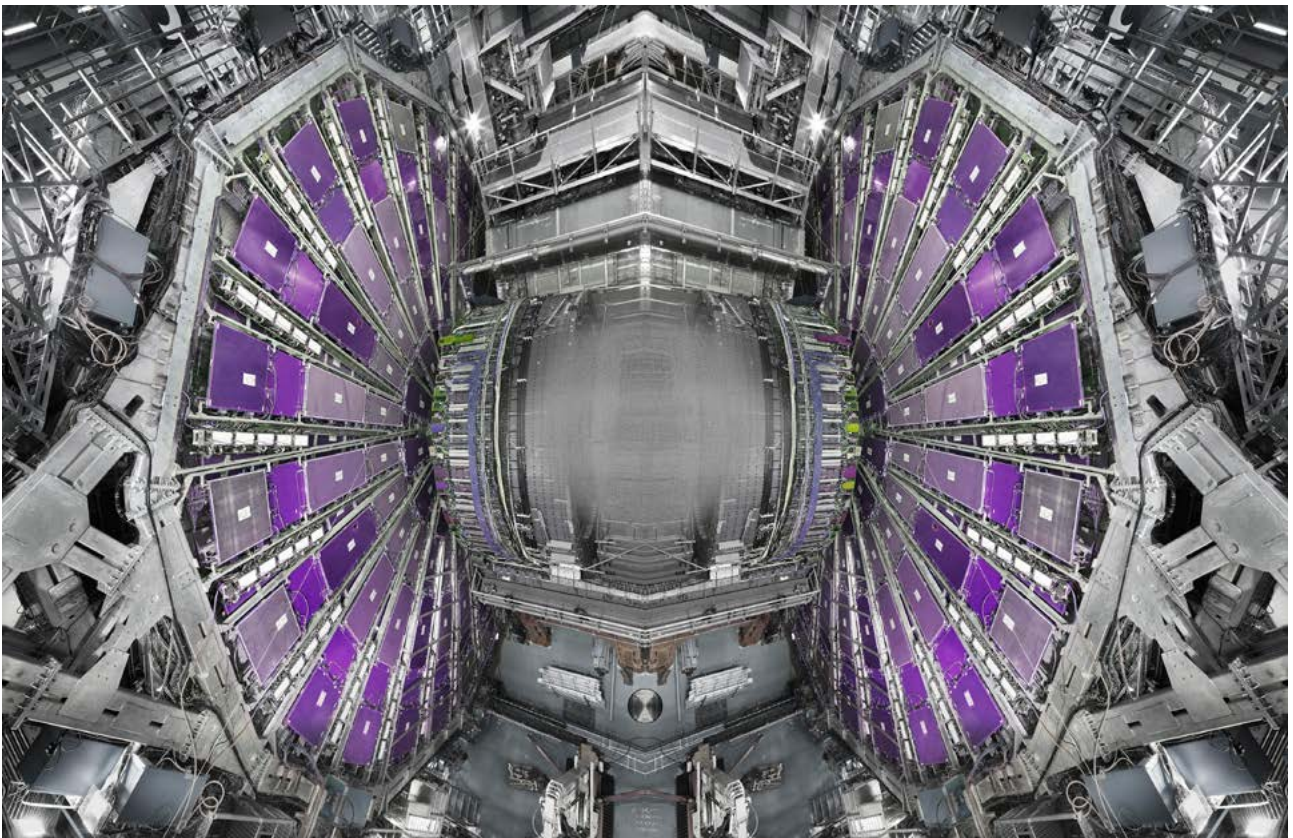


Figura 7. Michael Najjar, *Supersymmetric Particles*, 2019. Fotografía híbrida, impresión con pigmentos de archivo, alu dibond, diasec (Foto cedida por el artista).

En el ámbito pictórico, también se han realizado distintas alusiones a esta temática, destacando los trabajos de dos creadores, como son Nikolas Soren y Sean Morello. En relación con este primero, anotamos su díptico titulado *Stare into the Supersymmetry of Subatomic Love, Whatever Particles They May Be or Become* (2021), un acrílico sobre ensamblaje de plexiglás y lienzo, donde se pueden observar dos estructuras lineales de gran similitud y simetría, aunque los tonos cromáticos asumen una mayor diferenciación, lo que permite recrear pictóricamente el propio contenido de *SUSY*. En base a la perspectiva hipotética y extensible del súper acompañante, cada sección correspondería a una partícula, sea bosón o fermión; y las diferencias tonales marcarían su diferenciación energética en base al espín existente.



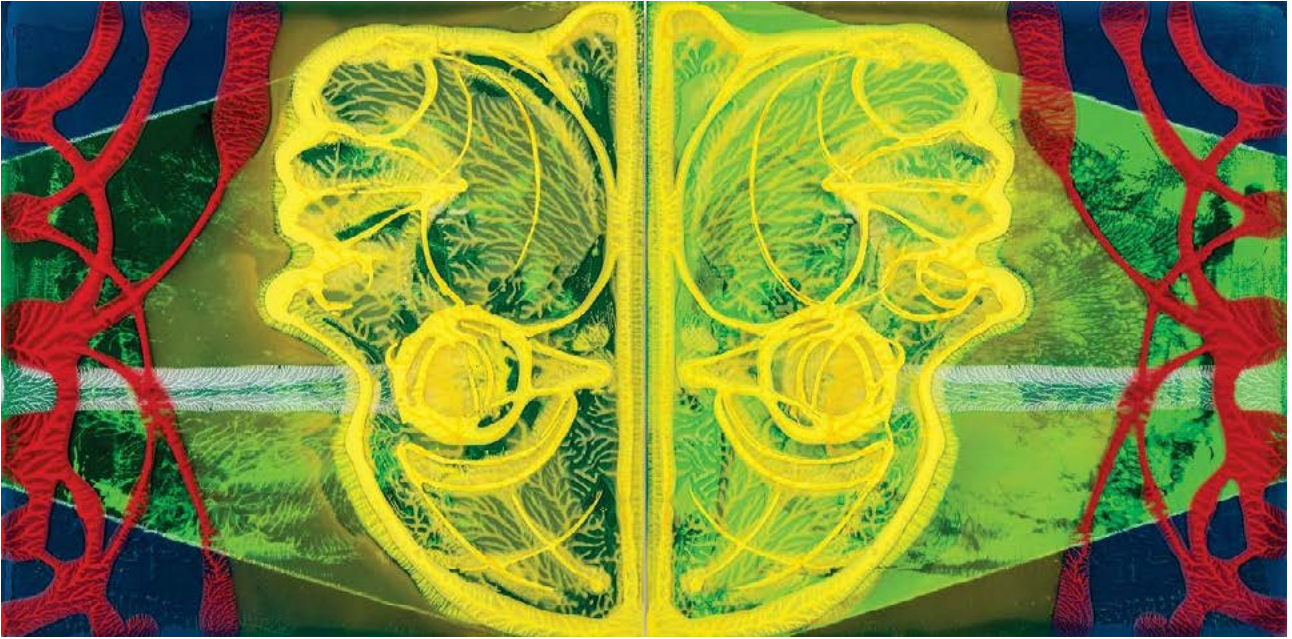


Figura 8. Nikolas Soren, *Stare into the Supersymmetry of Subatomic Love, Whatever Particles They May Be or Become*, 2021. Acrílico sobre díptico de plexiglás sobre lienzo. (Foto cedida por el artista)

En esta obra, podemos observar dos rostros de perfil referenciando a Jano, una línea de trabajo realizada durante los últimos cuatro años por parte del artista y especialmente en la serie *Double Inverted Portraits*, ya que como explica el propio autor:

Implica en sí misma cierta simetría en el sentido de que un retrato invertido es, por definición, una copia inversa del otro... Vierto o pinto sobre la superficie del vidrio y luego las imprimo en otra placa de vidrio mediante una monoimpresión manual desde la primera hasta la segunda. Esto crea una imagen de espejo; es vista como una forma completa, pero también como forma reflejada cuando los dos paneles de vidrio se colocan al ras, uno contra el otro... La forma roja oscura es en sí misma, para mí, una representación de ondas electromagnéticas, u ondas de fuerza, o las ondas que son partículas de carga positiva o negativa de un átomo o formas que surgen en la longitud de Planck.... La supersimetría es importante en la Teoría de Cuerdas y en el Modelo Estándar. Lo veo como una parte estructural esencial de la realidad y como una metáfora de elementos discretos de nuestra realidad ontológica y existencial en todos los niveles (email recibido el 12/05/2023).



Figura 9. Nikolas Soren, *Surrender to the Entropic Fate of All Matter*, 2020. Monotipo con acrílico sobre ensamblaje en capas de plexiglás, díptico sobre lienzo. (Foto cedida por el artista)

Todos los trabajos pictóricos de este artista californiano se centran en una composición dual, manteniendo la necesidad interpretativa de la supersimetría y la superarmonización. También, adquieren una mayor potencialidad cuando el acrílico es impregnado sobre paneles fabricados con luces LED o en cajas con iluminaciones fluorescentes, lo que infunde un contenido más poético al resultado conclusivo de la pieza y una cercanía energética en relación con las partículas subatómicas.

Muchas de sus últimas propuestas mantienen una vinculación íntima con las teorías cuánticas, tal y como se vuelve a evidenciar en la pintura *Surrender to the Entropic Fate of All Matter* (2020), en donde la aparente anarquía, el caos, la aleatoriedad y la incertidumbre total de la realidad a nivel cuántico se muestran en equilibrio e inmersos en la creación de formas simétricas mediante las dos caras de Jano como fuente-emisor de ondas electromagnéticas negras.

Por otro lado, la disposición de los dos rostros parece recoger postulados que se acercan hacia entramados más antropológicos, siguiendo en este sentido los dictados de Beziau al anotar lo siguiente:

Si miramos el interior de la cabeza, tampoco es completamente antisimétrico, sino que más bien predomina la simetría, pero existe la excepción importante del cerebro. Queda la famosa dualidad del lado izquierdo y derecho del cerebro fomentada desde los años sesenta, al mostrarse que cada lado del cerebro tiene diferentes cualidades y funciones. No obstante, la relación entre el cerebro izquierdo y el derecho puede verse como una dualidad complementaria, donde cada parte es complemento opuesta de la otra. Podemos hacer una analogía con números positivos y negativos. Esta es de hecho una situación simétrica, en la que los números negativos y los números positivos pueden verse como duales complementarios... (2022, p. 365).

Siguiendo con esta orientación simétrica, pero en base a composiciones geométrico-abstractas, encontramos los trabajos de 2015 de Sean Morello, que se articulan entre propuestas meramente pictóricas hasta articulaciones de collages. Independientemente, del medio elegido, en ambos casos se vuelve a arbitrar tratamientos de complementación y simetrías rigurosas que aluden a dimensiones alejadas de nuestra esfera más figurativa y cercana, lo que nuevamente nos llevaría a entablar discursos que se acercan a los contenidos de *SUSY*.

También, debemos mencionar las propuestas de la australiana Kath Egan, artista polivalente y que ha intervenido especialmente en los campos de la fotografía, el vídeo y la escultura, donde recoge todo tipo de objetos circundantes y restos de éstos, que previamente han sido desechados, para luego adquirir nuevas conformaciones mediante una intervención factual, lo que deriva en instalaciones, ensamblajes y tótems apilados, que aluden a numerosas narrativas desde su interés por una práctica junguiana, los rituales y las religiones universales, hasta cuestiones más sociales como la migración y aspectos de género, entre otras. Destacamos las dos instalaciones tituladas *Supersymmetry* (2018), compuestas de unas piezas internas de los pianos denominadas básculas, que son conexionadas a través de una serie de hilos rojos sujetos mediante unos clavos que han sido insertados en la superficie. Una sutil interconexión entre las distintas estructuras de madera, pero que en su delicadeza asume la idea de una gran conexión entre las distintas partículas del universo. Asumiendo la base de la teoría de la supersimetría, como concepto aglutinador de una conexión mayor dentro de las partículas que componen el cosmos, donde todo toma un sentido, así como un orden lógico y armónico, esta misma idea se traslada a lo que debería ser el conjunto de relaciones humanas. En palabras de la autora<sup>3</sup>:

Los conceptos nacidos de mentes científicamente brillantes crean un terreno fértil para que los artistas busquen semillas de inspiración. Veo mi papel como artista no para explicar sino para revelar lo imaginado y lo invisible, para evocar emoción y recuerdos y para estimular la imaginación en el espectador. En el caso de la obra *Supersymmetry* juego con la idea de haber recibido una descarga mientras estás en un estado de flujo meditativo (Egan, 2019, s.p.).

Por último, sería remarcable registrar el proyecto del equipo dirigido por la diseñadora Vali Fugulin, especializada en dinámicas artísticas vinculadas con el tejido y las manualidades. A partir de aquí se fue gestando una plataforma interactiva y ecléctica de diseño, arte, artesanía tradicional y física cuántica bajo el nombre de *Supersymmetry* (2019). Por ejemplo, una de sus apuestas ha sido impulsar el proceso de compra de un producto para el cual el consumidor debe emplear un algoritmo y así crear una bufanda doble que posteriormente se pueda compartir con aquellas personas que desees. Debemos apuntar estas especificaciones:

(...) la experiencia interactiva SUPERSYMMETRY está construida alrededor de un poema que dura solo unos minutos, el cual se basa en una teoría de física cuántica que lleva el mismo nombre. Esos pocos minutos son todo lo que se necesita para establecer una conexión poderosa entre los usuarios y su creación, y para entretejer la historia y la bufanda juntas para que los usuarios sientan un vínculo mucho más fuerte con el producto, que si se hubiera comprado utilizando experiencias de compra personalizadas más tradicionales (Archambault, 2019, s.p.).

<sup>3</sup> La artista me remite el 30/05/2023 dos escritos personales y sin publicar sobre las características de esta instalación. Dicho párrafo está extraído del documento titulado *Supersymmetry. Artist Statement*.





Figura 10. Kath Egan, *Supersymmetry II*, 2018. Hilo, básculas de piano, tachuelas.  
(Foto cedida por la artista)

### 3. Discusión

Este trabajo de investigación aporta nuevas perspectivas en torno a la creación artística inspirada en la Física Cuántica y especialmente en una de sus teorías más complejas y controvertidas que circunda la existencia hipotética de la supersimetría.

El punto de partida resulta novedoso, ya que no existen estudios al respecto que hayan abordado dicha cuestión como fuente de estímulo para la realización de diferentes propuestas artísticas. Si la bibliografía resultante en conexión con la supersimetría es amplia y diversificada en aportaciones científicas, la situación que encontramos en el ámbito de la estética y la creación se torna infértil, ya que los únicos referentes al respecto son breves alusiones por parte de los mismos artistas en el momento de describir su obra. De hecho, no se han encontrado otros artículos de investigación que hayan impulsado dicha orientación argumental, de ahí que haya sido obligatorio la necesidad de contactar con los mismos creadores vía email.

En este sentido, la presente investigación se construye a partir de los escasos recursos disponibles sobre dicha temática, lo que en cierta manera delimita mucho las posibles interpretaciones, pero, por otra parte, propicia ahondar en un recorrido inédito dentro de la historia del arte, enlazándose de esta manera con las principales corrientes de debate actual de la ciencia y en especial de la Física Cuántica.

Toda tarea es óbice de ser mejorada y en el futuro dicho trabajo deberá ser revisado, ya que probablemente se irán uniendo otros nombres según dicha teoría vaya siendo más conocida y se vayan consolidando también sus descubrimientos. Debemos recordar que una parte de la creación artística se conforma unida a los últimos hallazgos, teorías y contribuciones de la ciencia. A pesar de que la suma de creadores que han abordado esta referencia cuántica se presenta reducida en su número, resulta indudable que esta presencia irá aumentando con el transcurso del tiempo. El carácter innovador de dicho estudio es en sí mismo una fortaleza que debe seguir impulsando la estrecha vinculación entre la ciencia más actual y la creación experimental. Por otro lado, se debe anotar que el conocimiento teórico para abordar la supersimetría ha requerido de una preparación metódica y rigurosa por parte del autor, lo que ha sido asumido como un reto profesional para este historiador del arte entusiasta por adentrarse en los complejos vericuetos de la Física Cuántica.

La falta de publicaciones al respecto se ha convertido en una oportunidad inexplorada para abordar un trabajo no lejos de dificultades técnicas y teóricas, pero que en su desarrollo ha posibilitado a su autor un mayor desenvolvimiento dentro de este campo de la ciencia. De igual manera, los resultados han sido presentados a los diferentes artistas que han tomado parte en este estudio, siendo acogidos con entusiasmo y agradecimiento por haber penetrado en un terreno tan resbaladizo que más que atraer a los investigadores genera el efecto contrario.

Este ejercicio literario ambiciona estimular no sólo al lector académico, sino implicar al científico para que se sensibilice de que el arte resulta un canal sostenible y con capacidad para indagar en los distintos fenómenos científicos, tanto desde un acercamiento más riguroso y técnico como desde una perspectiva más subjetiva e imaginativa. De esta manera, este trabajo refuerza el entrelazamiento entre estos dos ámbitos del conocimiento, cada uno aportando sus fortalezas y a su vez reconociendo que su colaboración puede resultar fructífera para ambas partes.

Remarcamos que una de las intenciones pretendidas en este texto ha sido incitar y animar a los distintos creadores de la factibilidad de emprender el análisis de distintas propuestas científicas que a priori parecen enmarcarse dentro de estructuras complejas e ilegibles, pero que simplemente requieren dosis de detenida reflexión y preparación para poder ser examinadas y valoradas bajo la mirada del artista, tal y como se han posicionado los creadores seleccionados en este relato. De este modo, las posibilidades que se abren para el investigador aventurero, pero con rigor y seriedad académica, son innumerables, tanto y cuanto tenga la valentía de profundizar en todas aquellas teorías científicas que hoy en día se debaten entre los científicos.

No olvidemos que la teoría de la supersimetría sigue custodiando un misterio, una coyuntura que nos llevaría a rememorar las célebres palabras de Albert Einstein cuando decía:

La experiencia más hermosa que podemos tener es el misterio. Es la emoción fundamental que está en la cuna del verdadero arte y la verdadera ciencia. Quien no la conoce y no puede maravillarse, está igual que muerto y sus ojos están nublados (Einstein et al., 1931, p. 6).

#### 4. Conclusiones

Bajo el acrónimo anglosajón del término supersimetría, no sólo se han investigado las características de los bosones y fermiones, sino que principalmente se ha abierto una nueva oportunidad a la especulación científica sobre partículas existentes más allá de las primordiales que componen el Modelo Estándar, generando un espectro más extensible respecto al actual, que se articula mediante los compañeros supersimétricos. Si estos últimos respecto a los fermiones recogen el inicio de la “s” en su nomenclatura, los referentes a los bosones incluyen la terminación “-ino”, lo que ha permitido la incorporación de nuevos léxicos cuánticos.

Las propuestas artísticas vinculadas con SUSY son escasas en su número, pero a su vez muestran resultados muy reflexionados y racionalizados en su proceso de elaboración y presentación, tanto desde la oferta más computarizada hasta los que incluyen soportes más tradicionales. De hecho, un gran número de estos creadores ha disfrutado de estancias en el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN), lo que ha supuesto el contacto con numerosos científicos y el intercambio de importante información transversal. Dentro del primer grupo creativo, encontramos las instalaciones de Ryoji Ikeda, que trasladan imaginativamente al espectador hacia la recreación de un acelerador de partículas. Para su ejecución procesual resultó necesario recopilar datos vinculados con la teoría de SUSY, siendo simuladas algunas de las conductas de las partículas.

Si Tania Candiani diseña una serie de esculturas metálicas situadas en una parcela acuosa, donde representa delineaciones del movimiento de las partículas subatómicas; Denise Iris desde el formato videográfico aborda la complementación de imágenes en directa alusión a esta teoría cuántica. En diversos instantes, las escenas de glaciares adoptan la función de las partículas súper compañeras al aparecer de manera simultánea a otras de igual temática.

La investigación sobre SUSY no sería posible sin los localizadores de partículas del Gran Colisionador de Hadrones, por este motivo, Michael Najjar centraliza todo el foco creativo en una imagen de ATLAS, el detector de partículas más grande del mundo.

Desde el ámbito pictórico, anotamos especialmente los trabajos de Nikolas Soren al referenciar de manera dual composiciones que intencionalmente buscan acercarse al entramado de la supersimetría. Por último, debemos citar las instalaciones de Kath Egan, donde en base a un engarce físico de hilos rojos interconecta un conjunto de básculas, que simbólicamente recrean la posible conexión existente entre las partículas supersimétricas y otras tantas.

#### Referencias

- Archambault, A-M. (2019, mayo 13). *Supersymmetry: Where Interactive Technology, Knitting and Quantum Physics Meet*. Canada Media Fund.  
<https://cmf-fmc.ca/now-next/articles/supersymmetry-where-interactive-technology-knitting-and-quantum-physics-meet/>
- Baer, H. y Tata, X. (2022). *Weak Scale Supersymmetry. From Superfields to Scattering Events*. Cambridge University Press.
- Beziau, J-Y. (2022). Ambiguous Symmetry: The Typical Case of Human Beings. En V. Viana, D. Nagy, J. Xavier, A. Neiva, M. Ginoulhiac, L. Mateus y P. Varela (Eds.), *Symmetry: Art and Science | 12th SIS-Symmetry Congress [Special Issue]* (pp. 362-367). *Symmetry: Art and Science*. International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry. doi: <https://doi.org/10.24840/1447-607X/2022/12-46-362>
- Bhaduri, S. y Bhaduri, A. (2020). Searching for Supersymmetry at LHC Using the Complex-Network-Based Method of the Three-Dimensional Visibility-Graph. *Physics*, 2 (3), 436-454. doi: <https://doi.org/10.3390/physics2030025>
- Candiani, T. (2023, a). *Web de la artista*: <https://taniacandiani.com/work/supersimetria/>

- Candiani, T. (2023, b). *Web de la artista*: <https://taniacandiani.com/work/preludio-cuatico/>
- Culpan, D. (2015, abril 23). *Supersymmetry art show puts you inside a particle accelerator*. Wired. Culture. <https://www.wired.co.uk/article/supersymmetry-exhibition>
- Egan, K. (2019). *Supersymmetry. Artist Statement*. [Texto no publicado].
- Egan, K. (2023). *Web de la artista*: <https://www.katheganartist.com/exhibitions/supersymmetry-ii>
- Einstein, A., Russell, B. y Dewey, J. (1931). *Living Philosophies*. Simon and Schuster, Inc.
- Gangopadhyaya, A., Mallow, J. V. y Rasinariu, C. (2011). *Supersymmetric Quantum Mechanics. An Introduction*. World Scientific Publishing Co.
- Gribbin, J. (2000). *En busca de SUSY. Supersimetría, cuerdas y la teoría del todo*. Crítica.
- Hektor, A. (2016). *Ryoji Ikeda's (Dream of) Supersymmetry*. Kunst.ee. Quarterly of Art and Visual Culture in Estonia 2. <https://ajakirikunst.ee/?c=magazine&l=en&t=ryoji-ikedas-dream-of-supersymmetry&id=1530>
- Ikeda, R. (2022). *Web del artista*: <https://www.ryojiikeda.com/>
- Iris, D. (2023). *Web de la artista*: <http://www.deniseiris.com/>
- Leopold, C. (2023). Reflections on the Relationships between Mathematics and Arts. *Nexus Network Journal*, 25, 579–586. doi: <https://doi.org/10.1007/s00004-023-00676-6>
- Matadero Madrid. Centro de creación contemporánea. (2017). *Supersimétrica. Encuentro internacional de proyectos independientes*. <https://www.mataderomadrid.org/programacion/supersimetrica>
- Müller-Kirsten, H. J. W. y Wiedemann, A. (2010). *Introduction to Supersymmetry*. World Scientific Lecture Notes in Physics.
- Pérez-Bernal, F. B. (2015). *Simetría y supersimetría. Orden y equilibrio en las leyes que describen el universo*. RBA.
- Polonsky, N. (2001). *Supersymmetry: Structure and Phenomena*. Springer-Verlag Heidelberg.
- Prendes, A. (2022). *Tania Candiani's sound action proposes a connection between CERN and UNAM*. Arts at Cern. <https://arts.cern/article/tania-candianis-sound-action-proposes-connection-between-cern-and-unam>
- Sabyasachi Chakraborty, A. M. y Roy, T. S. (2018). Charting generalized supersoft supersymmetry. *Journal of High Energy Physics*, (176), 1-45. doi: [https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2018\)176](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2018)176)
- Soren, N. (2023). *Web del artista*: <https://www.nikolasgoodich.com/double-inverted-portraits>
- superSymmetry. (2022). <https://www.omnibusjp.com/supersymmetry/>
- Unzip Arts Visuals. (2018). *Supersimetría. Laboratori de creació*. <https://www.elprat.cat/cultura/unzip-arts-visuals/supersimetria>
- Yamaguchi Center for Arts and Media. (2014). *Ryoji Ikeda. Supersymmetry*. <https://special.ycam.jp/supersymmetry/en/work/index.html>