UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (UTN)

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (FECYT)

CARRERA: ARTES PLÁSTICAS

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA

"CREACIÓN ARTÍSTICA EXPERIMENTAL UTILIZANDO MICROORGANISMOS DE IMPLEMENTOS ARTÍSTICOS EN UN SUSTRATO DE AGAR"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de licenciatura en Artes Plásticas

Línea de investigación: Desarrollo artístico, diseño y publicidad

AUTOR:

Kleber Daniel Cando Paredes

DIRECTOR

Marcelo Vicente Cervantes Buitron

Ibarra –Ecuador 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cando Paredes Kleber Daniel

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CREACIÓN ARTÍSTICA EXPERIMENTAL UTILIZANDO MICROORGANISMOS DE IMPLEMENTOS ARTÍSTICOS EN UN SUSTRATO DE AGAR
AUTOR (ES):	Cando Paredes Kleber Daniel
FECHA: DD/MM/AAAA	11 / septiembre/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	☒ **PREGRADO** ☐ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Artes Plásticas
DIRECTOR /ASESOR:	MSc. Marcelo Cervantes

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de septiembre de 2026

EL AUTOR:

(Firma)…… Validar únicamente en FirmaEC. Firmado electrónicamente por: KLEBER DANIEL CANDO PAREDES ……

Nombre: Cando Paredes Kleber Daniel

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Ibarra, 11 de septiembre de 2026

MSc. Marcelo Cervantes

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología (FECYT) de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
MARCELO VICENTE
CERVANTES BUITRON

(Firma)……

MSc. Marcelo Cervantes

C.C.: 1001701141

DEDICATORIA

En primer lugar, deseo agradecer a la vida, por brindarme la fortaleza y perseverancia para culminar esta etapa de mi formación académica.

agradezco profundamente a mi familia, especialmente a mi madre Pilar Paredes Ibarra por todo su apoyo a mi padre Gonzalo Cando Cuenca por estar siempre en los momentos difíciles, y por último a mi querida hermana la Magister en finanzas Patricia Cando Paredes por su apoyo incondicional paciencia y acompañamiento durante este proceso su confianza y motivación fueron fundamentales para continuar incluso en los momentos de mayor dificultad

Finalmente agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta investigación y de la obra artística. cada aporte consejo y palabra de aliento forma parte de este proceso y permitió que este proyecto pudiera llegar a su culminación

A todos ustedes mi más sincero agradecimiento

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad y a los docentes que formaron parte de mi proceso académico, por los conocimientos y experiencias que contribuyeron a mi formación profesional.

A mi tutor de tesis por su orientación, observaciones y acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo

A mi familia y personas que estuvieron presentes durante este proceso, por su apoyo y disposición en las diferentes etapas de mi formación

A quienes aportaron cos sus conocimientos, opiniones y tiempo durante el desarrollo de este proyecto, mi reconocimiento y agradecimiento por contribuir a que este trabajo pudiera llegar a su culminación

RESUMEN

La presente investigación-creación aborda la convergencia entre Bioarte y neurología, tomando como eje poético la transferencia bioeléctrica microbiana para visibilizar la interrupción de la conciencia en las crisis epilépticas. Su objetivo general consistió en representar conceptualmente la interrupción del flujo sináptico a través de una propuesta plástica experimental e híbrida que integra microorganismos ambientales de taller, materiales orgánicos y sistemas electrónicos de hardware abierto. Metodológicamente, se utilizó un enfoque cualitativo enmarcado en la Investigación-Creación, mediante una estrategia metodológica propia denominada INvisia ARt, la cual fue estructurada específicamente para este proyecto y combinó el aislamiento y cultivo en agar de muestras obtenidas de herramientas de arte, el registro fotográfico macro, la estratificación en acrílico con ruteado de cobre, el encapsulamiento en resina industrial y la programación de circuitos en Arduino. Entre los resultados más importantes se encuentran la morfología del microbiota ambiental, el sellado seguro de la materia efímera y superar los problemas de refracción lumínica del acrílico con una reorganización cromática estratégica en grises azules rojos que dio contraste visual a la obra. Así pues, lo que vincula biología celular electrónica artes plásticas es traducir fenómenos invisibles en instalaciones inmersivas orientadas a provocar experiencia reflexiva sensible ante alteraciones neurológicas generando un protocolo metodológico replicable enriqueciendo la creación artística actual.

Palabras clave: Bioarte, Agar Art, bioelectricidad, flujo sináptico, Investigación-Creación, Arduino.

ABSTRACT

This research-creation project addresses the convergence between Bioart and neurology, taking microbial bioelectrical transfer as its poetic axis to make visible the interruption of consciousness during epileptic seizures. Its general objective was to conceptually represent the disruption of synaptic flow through an experimental and hybrid plastic proposal that integrates environmental microorganisms from the studio, organic materials, and open-source hardware electronic systems. Methodologically, a qualitative approach framed within Research-Creation was employed, using a self-developed methodological strategy called INvisia ARt, which was specifically structured for this project and combined the isolation and agar cultivation of samples obtained from art tools, macro-photographic recording, acrylic layering with copper routing, encapsulation in industrial resin, and Arduino circuit programming. Among the most relevant results are the morphological characterization of the environmental microbiota, the safe encapsulation of ephemeral matter, and the overcoming of light refraction problems in acrylic through a strategic chromatic restructuring in grays, blues, and reds that restored visual contrast to the work. It is concluded that the articulation between cell biology, electronics, and the visual arts makes it possible to translate invisible phenomena into immersive installations aimed at fostering a reflective and sensitive experience regarding neurological alterations, consolidating a replicable methodological protocol that enriches contemporary artistic creation.

Keywords: Bioart, Agar Art, bioelectricity, synaptic flow, Research-Creation, Arduino.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN VI

ABSTRACT VII

ÍNDICE DE CONTENIDOS VIII

ÍNDICE DE TABLAS X

INTRODUCCIÓN 1

Motivaciones para la Investigación 1

Problema de la Investigación 1

Justificación 4

Impacto 5

Objetivo 5

Dificultades 6

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO 7

1.1 El Bioarte 8

1.2 Agar Art 9

1.3 Microorganismos ambientales 11

1.4 Bioelectricidad Microbiana: la Transferencia Extracelular de Electrones (EET) 12

1.5 Geobacter sulfurreducens como Referente Conceptual 13

1.6 Neuroelectricidad y Epilepsia 14

1.7 Traducción artística, Materialidad y Concepto en Identidad Suspendida 15

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA 17

2.1 Tipo de Investigación 17

2.2 Técnicas e Instrumentos de Investigación 17

2.3 Fases del proceso Metodológico y Experimental 17

2.3.1 Estrategia metodológica propia: INvisia Art 18

2.4 Procedimiento 19

2.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información 21

2.6 Protocolos de Bioseguridad y Manejo del Material Vivo 21

2.7 Preguntas de Investigación y/o Hipótesis 22

2.8 Matriz de Operacionalización de Variables o Matriz Diagnóstica 23

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 25

3.1 Desarrollo de la Fase Experimental y Articulación de la Obra 25

3.1.1 Caracterización Morfológica de los Cultivos de Taller 25

3.1.2 Traducción Plástica y Construcción del Soporte 26

3.1.3 Integración intermedia y montaje espacial 28

3.2 Discusión de Resultados y Reformulación Estética 28

CAPÍTULO IV: PROPUESTA ARTÍSTICA 32

4.1 Introducción de la obra: 32

4.2 Descripción de la obra 32

4.3 Bocetos 32

4.4 Obra final 36

4.5 Guión museográfico 37

4.5.1 Objetivo General 37

4.5.2 Objetivos Específicos 38

4.5.3 Planificación y Diseño 38

4.5.4 Montaje de la Obra 38

4.5.5 Especificaciones Técnicas y Protocolo de Sala 39

4.5.6 Inauguración de la exposición 40

4.5.7 Material promocional del evento 41

4.5.8 Cédula de la obra 42

4.5.9 Descripción de la exposición 42

4.5.10 Texto curatorial de la exposición 42

CONCLUSIONES 42

RECOMENDACIONES 44

Glosario 47

Bibliografía 50

Anexos 52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Matriz Diagnóstica de Categorías de Creación* 23

Tabla 2 *Seguimiento Cualitativo y Morfológico del Cultivo Vivo en el Taller* 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases Metodológicas del Proceso de Investigación-Creación 18

Figura 2 Materiales de Laboratorio y Siembra 19

Figura 3 Desarrollo y Crecimiento Biológico 20

Figura 4 Ensamblaje Final de la Propuesta Plástica "Identidad Suspendida". 21

Figura 5 Cultivo de microorganismos. 25

Figura 6 Sistema Electrónico Basado en Arduino. 27

Figura 7 Simulación de Impulsos Lumínicos Mediante LEDs. 27

Figura 8 Estructura de Alambre de Cobre Esmaltado 28

Figura 9 Dificultades de Visualización Ocasionadas por la Refracción 29

Figura 10 Resultado de la Reformulación Cromática. 30

Figura 11 Vista del Soporte Estratificado de Acrílico. 31

Figura 12 Propuestas Artísticas Iniciales 33

Figura 13 Proceso de Desbastado sobre Placas de Acrílico 34

Figura 14 Proceso de Aplicación de Colores Neón 34

Figura 15 Estudio de la Figura Humana en el Bloque Izquierdo. 35

Figura 16 Estilización de la Figura Humana en el Bloque Derecho 35

Figura 17 Resultado Final del Proceso de Elaboración 36

Figura 18 Obra Final - Intervención Mural. 36

Figura 19 Montaje Expositivo 37

Figura 20 Exposición de la Obra con Público Asistente 37

Figura 21 Collage del Montaje de la Obra. 38

Figura 22 Sistema Eléctrico. Microcontrolador Arduino. 40

Figura 23 Collage de la Inauguración de la Obra 40

Figura 24 Material Promocional del Evento: Logotipo 41

Figura 25 Material Promocional del Evento 41

Figura 26 Cédula de la Obra 42

INTRODUCCIÓN

Motivaciones para la Investigación

En las últimas décadas, se ha evidenciado que las Artes Plásticas han sufrido una transformación radical en su dimensión material y conceptual, han superado los límites considerados como tradicionales como el óleo, el acrílico o el mármol. En este contexto de vanguardia surge el Bioarte, la imaginación, el ingenio y la creatividad son características inseparables de la ciencia. Así como las preguntas y la voluntad de conocer y comprender permean la práctica del arte.

> Los microorganismos han estado ligados al arte desde hace cientos de años, se ha buscado que las obras perduren y que organismos como bacterias no las ataquen, pero, así como existe microorganismos que causan deterioro, hay microorganismos que ayudan a la conservación (Gacto, 2014, pg. 112).

Dentro de esta vertiente, el Agar Art o arte microbiano se consolida como una práctica donde las bacterias, hongos y levaduras interactúan con sustratos nutritivos, generando formas y pigmentaciones que desafían la noción de la obra de arte estética e inalterable.

> Según Herdoiza, en el mundo del arte la idea de pintar con microorganismos como bacterias o mohos es muy llamativa principalmente por la sencillez del método y debido a los resultados visuales que pueden derivarse de esta técnica multidisciplinaria, donde tanto científicos como artistas han colaborado en numerosas ocasiones, para llevar el arte y la ciencia a la sociedad de una manera llamativa (2020) Párr. 1.

Por ese motivo, esta investigación radica en la necesidad personal y artística de explorar el territorio donde la biología celular y la conciencia humana se rozan, utilizando la riqueza simbólica de nuevos materiales vivos para plasmar realidades humanas intangibles, como el vacío, la fragilidad del cuerpo y la persistencia de la identidad a través de la experiencia eléctrica de la mente.

Problema de la Investigación

Durante mucho tiempo, los microorganismos han ocupado un lugar casi invisible en nuestra vida cotidiana. En diferentes ámbitos se los relaciona con la enfermedad, la suciedad o el contagio, dejando de lado la diversidad de formas en que estos seres se relacionan con los

ambientes en los que habitamos. Este conocimiento también puede formar parte del campo artístico, particularmente en el espacio de trabajo del artista, donde objetos de uso cotidiano como pinceles, recipientes con agua, paletas o espátulas que pueden entrar en contacto con microorganismos que se encuentran presentes en el ambiente sin que estos sean considerados como parte del proceso creativo.

Desde esta perspectiva, el espacio de creación artística puede entenderse también como un pequeño microhábitat en el que convergen materiales, humedad, residuos de pintura y diferentes superficies susceptibles de albergar comunidades microbianas. Sin embargo, estos microorganismos suelen permanecer fuera de la mirada artística, a pesar de que su crecimiento y transformación pueden generar manifestaciones visuales susceptibles de ser documentadas, interpretadas y utilizadas como parte de una propuesta de Bioarte.

El desarrollo de la microbiología y de los estudios sobre interacción entre microorganismos y fenómenos eléctricos ha permitido ampliar la comprensión sobre la actividad de determinadas especies microbianas. En particular, investigaciones sobre transferencia extracelular de electrones han evidenciado que algunos microorganismos poseen mecanismos que les permiten intercambiar electrones con su entorno. Estos procesos constituyen un referente científico de interés para la creación artística, no porque los microorganismos obtenidos de los implementos artísticos sean identificados directamente como especies electroactivas, sino porque permiten establecer un punto de diálogo conceptual entre la actividad microbiana y los fenómenos eléctricos presentes en otros sistemas biológicos.

En este contexto adquiere especial relevancia la referencia a *Geobacter sulfurreducens*, microorganismo ampliamente estudiado por sus mecanismos de transferencia extracelular de electrones. Para la presente investigación, esta especie no se plantea como parte de los microorganismos obtenidos experimentalmente de los implementos artísticos, sino como un referente teórico que permite ampliar la reflexión sobre las posibilidades de la bioelectricidad microbiana y su traducción al lenguaje visual. Esta distinción resulta fundamental para mantener una relación coherente entre aquello que se observa experimentalmente y aquello que se interpreta desde el campo conceptual.

A esta problemática se suma el interés por representar, desde las Artes Plásticas, una experiencia humana relacionada con la epilepsia. Las crisis epilépticas se caracterizan clínicamente por una actividad neuronal anormal y excesiva , fenómeno que permite establecer, desde una perspectiva artística, una reflexión sobre la alteración del flujo habitual de la

actividad cerebral. Esta condición puede convertirse en un punto de partida para explorar visualmente conceptos como interrupción, saturación, desconexión, desorganización y pérdida momentánea de continuidad.

El problema artístico surge, entonces, en la dificultad de traducir fenómenos que no son directamente perceptibles —como el crecimiento microbiano, la transferencia de electrones o la alteración de la actividad neuronal— en una experiencia plástica capaz de ser percibida por el espectador. Aunque cada uno de estos fenómenos pertenece a ámbitos científicos diferentes, su encuentro dentro de una propuesta de Bioarte permite construir relaciones simbólicas entre vida microscópica, electricidad, cuerpo y experiencia humana.

Por ello, se plantea la necesidad de explorar cómo los microorganismos ambientales obtenidos de implementos utilizados en el espacio artístico, cultivados sobre un sustrato de agar, pueden convertirse en un recurso plástico y conceptual dentro de una propuesta de Bioarte. A partir de esta exploración, se busca articular la materialidad biológica con recursos tecnológicos de hardware abierto y elementos visuales y lumínicos que permitan construir una representación artística de la interrupción del flujo neuronal asociada conceptualmente a una crisis epiléptica.

En consecuencia, la problemática de esta investigación no se centra únicamente en observar microorganismos presentes en los implementos artísticos, sino en explorar su potencial como materia artística y como punto de partida para establecer relaciones entre lo microscópico, lo tecnológico y lo humano. De esta manera, el proyecto propone ampliar las posibilidades de las Artes Plásticas mediante una práctica experimental en la que la vida microbiana, el agar, la electrónica y la experiencia sensorial del espectador confluyen en una misma propuesta estética.

Por mucho tiempo, los microorganismos han pasado desapercibidos en nuestra vida diaria, o han sido vistos como sinónimo de enfermedad, mugre y contagio. Esta misma ceguera se traslada al espacio creativo del artista: en su estudio, nadie repara en el diminuto ecosistema que bulle en las herramientas que usa a diario, ya sean los pinceles, los recipientes con agua o las espátulas. Pero el problema no termina en esa falta de atención; también arrastramos una idea anticuada que reduce a las bacterias a seres simples y solitarios, cuando en realidad su comportamiento es mucho más complejo.

Hoy, la microbiología nos muestra una realidad completamente distinta a la que imaginábamos. Lejos de ser seres aislados, los microorganismos funcionan como pequeños sistemas eléctricos, "...capaces de generar, conducir y responder de manera coordinada a estímulos eléctricos, tal

como se describe en los mecanismos de transferencia extracelular de electrones" (Wang et al., 2026). Sin embargo, en el ámbito de las Artes Plásticas locales, esta dimensión bioeléctrica de la vida microbiana sigue siendo un territorio inexplorado, un lenguaje visual que aún no hemos aprendido a traducir.

Esta carencia se vuelve aún más compleja cuando intentamos representar estéticamente experiencias humanas tan profundas como una crisis epiléptica. La epilepsia para Kurniawaty y Kalanjati (2016) no es solo un trastorno neurológico; es una tormenta eléctrica en el cerebro, una descarga masiva y sincronizada de neuronas que desborda los canales de comunicación y colapsa el flujo normal de la información. Como señala la literatura clínica, las crisis epilépticas son el resultado de una "actividad neuronal anormal, excesiva o hipersincrónica. Esta definición resalta la esencia del fenómeno: un cortocircuito existencial, un "vacío" en el que la mente se desconecta del flujo de la conciencia.

Precisamente, la falta de puentes entre el lenguaje de la bioelectricidad microbiana y el de la neuro-electricidad humana nos impide crear estrategias artísticas que logren transmitir, de una forma sensible y tangible, ese instante de interrupción tan radical que vive quien padece una crisis.

Justificación

El presente trabajo se justifica mediante un doble enfoque teórico y práctico, bajo criterios conceptuales y técnicos que buscan transformar un fenómeno invisible en una obra tangible y sensible dentro del lenguaje del Bioarte. Conceptualmente, la propuesta adquiere relevancia porque establece un paralelismo poético y profundamente metafórico, entre dos sistemas que aunque son distantes pueden asemejarse en su forma, como, la trasferencia extracelular de electrones (EET) como la *Geobacter sufurreducens* y las conexiones neuro eléctricas que configuran nuestra propia red neuronal. Tal como lo menciona Reguera et al. (2005) las colonias de Geobacter construyen auténticos *cables conductores* a partir de estructuras proteicas llamadas nano cables microbianos (Pili conductores), a través de los cuales transportan electrones a lo largo de micrómetros de distancia para sincronizar su comportamiento colectivo y alcanzar aceptores de electrones externos. Esta red eléctrica microbiana se asemeja notablemente a las redes sinápticas del cerebro humano, donde la memoria y la percepción surgen del flujo coordinado de señales neuro eléctricas.

Y de manera técnica, el proyecto se justifica por su enfoque metodológico híbrido, combinado el rigor científico con los recursos de diseño tecnológico de código abierto. La elección de materiales no es casual, sino que está cargada de simbolismo: el alambre de cobre esmaltado, con su alta conductividad, traza las rutas orgánicas del viaje sináptico; las capas de acrílico transparente segmentan la lectura de la obra en dimensiones biológicas, anatómicas y emocionales; y los microcontroladores Arduino permiten simular matemáticamente las descargas caóticas de una crisis mediante estímulos multimedia.

Impacto

La renovación, tanto técnica como conceptual, que propone para las artes contemporáneas dentro del entorno universitario. Ciertamente esta propuesta busca demostrar que la ciencia y la tecnología no tienen por qué estar separadas de la sensibilidad artística. Al contrario, cuando dialogan entre sí, pueden abrir nuevas posibilidades creativas y enriquecer la forma en que entendemos y producimos arte. Se equipará a como cuando las disciplinas que parecen opuestas encuentran un punto de encuentro y, juntas, logran resultados que por separado serían difíciles de imaginar.

Además, en el terreno social y cultural la obra pretende ofrecer una experiencia muy empática y reflexiva. A través de un entorno que late, cambia y responde en tiempo real invita al espectador a detenerse a observar y cuestionarse porque más allá del impacto visual está tratando de confrontarlo con los límites de su propia mente y con la fragilidad cambiante misteriosa de conciencia humana.

Así mismo esta investigación aporta una metodología que puede servir como referencia para futuros estudiantes de Artes Plásticas. Al sistematizar un protocolo de creación híbrido, desarrollado bajo la estrategia metodológica propia denominada INvisia ARt, se ofrece una guía replicable que facilita la exploración de nuevas formas de producción artística.

Objetivo

Para orientar de manera clara el desarrollo metodológico de esta investigación y dar respuesta a la problemática planteada, se establecen los siguientes objetivos, los cuales sirven como guía para el proceso creativo, experimental y analítico del proyecto.

General

Representar conceptualmente la interrupción del flujo sináptico mediante una propuesta plástica experimental e híbrida que integre la experimentación con microorganismos ambientales, materiales orgánicos y sistemas electrónicos de hardware abierto con el propósito de explorar el diálogo entre los procesos biológicos y la creación artística contemporánea.

Específicos

1.Analizar referentes teóricos y artísticos relacionados con Bioarte, microorganismos y representación de procesos bioeléctricos.

2. Experimentar con microorganismos extraídos de artefactos artísticos mediante un proceso controlado de cultivo y registro visual.

3. Crear una propuesta plástica híbrida que integre los resultados de la experimentación microbiológica con acrílico, cobre, iluminación y Arduino.

4. Analizar las decisiones formales, materiales y conceptuales derivadas del proceso de creación.

Dificultades

En el transcurso del proceso creativo y experimental se presentaron varios problemas que tuvieron una repercusión directa en las decisiones técnicas de la obra (uno de los principales fue en la parte pictórica e ilustrativa donde integraba más difícil de lo esperado las distintas capas de acrílico transparente pues la refracción de la luz hacía que no se pudiera visualizar ni leer todo el conjunto dentro del espacio tridimensional haciendo que algunos elementos perdieran claridad). Esto llevó a replantearse parte del trabajo en el taller profundizando en las técnicas pictóricas específicas para ello así como en un uso más cuidadoso del color para conseguir una composición equilibrada sin perder de vista el concepto que sostiene la propuesta. Por otro lado también se presentaron problemas con la conservación de los materiales biológicos empleados en la obra. Trabajar con cultivos vivos sobre sustratos de agar implica cambiar constantemente porque la humedad evapora con el tiempo y los microorganismos siguen transformándose naturalmente; además las normas de bioseguridad para exhibir en espacios públicos requerían que encontrara una solución que protegiera tanto a la obra como a los espectadores: un sistema de sellado hermético mediante resinas y lacas

industriales (materiales por los cuales estabilizaron la materia orgánica, eliminaron riesgos biológicos posibles y aseguraron conservación larga plazo). Finalmente, para facilitar la lectura y que el lector entienda bien cómo funciona el trabajo investigativo se divide este informe en tres capítulos principales con cada uno dedicado a desarrollar una etapa específica del proyecto. En el Capítulo I se expone el marco teórico y conceptual donde se tratan los fundamentos del Bioarte y Agar Art, los microsistemas bioeléctricos bacterianos (y su analogía con la neuro electricidad humana y epilepsia), etc. Estas bases permiten comprender lo científico y artístico que hace sentido a la propuesta. En el Capítulo II se desarrolla el marco metodológico. En esta sección se describe el enfoque cualitativo y tipo de investigación aplicada de campo empleado durante el proceso, así como cómo se realizaron las muestras microbiológicas recogidas en el entorno del taller artístico (recolección y aislamiento). El Capítulo III reúne el desarrollo práctico de la propuesta plástica y su memoria técnica: se describen las etapas de experimentación, tratamiento de materiales como acrílico, cobre y resinas protectoras; programación de los sistemas de hardware abierto utilizados para simular los estímulos multimedia que componen la instalación. El documento termina con las Conclusiones y Recomendaciones donde se recogen las principales reflexiones derivadas de la investigación; fuentes de información y anexos que documentan detalladamente el proceso experimental técnico creativo desarrollado a lo largo del trabajo.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 El Bioarte

En el panorama de la producción plástica contemporánea, la relación entre el artista y la naturaleza ha experimentado una transformación ontológica radical. Ya no se encuentra únicamente ante una contemplación figurativa de lo vivo, donde la flora, la fauna o la anatomía humana son representadas pasivamente mediante óleo, grafito o escultura inerte. Como señala adecuadamente Matewecki (2010), el Bioarte no se consolida como un mero ejercicio de representación mimética, sino como un campo de interacción directa con la materia orgánica viva, donde los organismos se convierten en los sujetos, materiales y participantes activos del proceso creador.

Para establecer los límites epistemológicos de esta disciplina y evitar confundir con otras manifestaciones multidisciplinarias, el propio Matewecki (2010) dice cuatro condiciones fundamentales que deben converger en la práctica del Bioarte:

a) Ruptura con la representación tradicional, porque la obra abandona los soportes convencionales (papel, lienzo, madera) para asumir el organismo o la estructura biológica como parte del cuerpo en la pieza.
b) Transformación y mediación biotecnológica, porque requiere indispensablemente el empleo de biomateriales y la intervención en entornos de laboratorio o espacios controlados, modificando el comportamiento natural de los organismos o alterando sus estructuras metabólicas para fines expresivos.
c) Evolución y carácter efímero, ya que, al trabajar con material vivo subordinado a ciclos orgánicos de crecimiento, mutación y perecedero envejecimiento, la obra posee un carácter intrínsecamente efímero, dependiendo de los registros fotográficos, videográficos y documentales para su preservación en la memoria histórica del arte.
d) Problematización ética y poética, ya que, aborda de manera ineludible las tensiones morales, filosóficas y biopolíticas asociadas con la manipulación de la vida, la ingeniería genética y la redefinición de los límites entre lo natural y lo artificial.

Comprender la génesis del Bioarte exige rastrear sus antecedentes histórico-conceptuales. De acuerdo con las revisiones históricas formuladas por Jens Hauser y sistematizadas por Matewecki (2010), el trasvase entre la ciencia de la vida y el arte se consolidó a través de un proceso evolutivo por etapas:

a) En un primer momento, la aproximación se produce desde el ámbito digital mediante simulaciones computarizadas de vida artificial y la implementación de algoritmos genéticos dentro del arte de la computación.
b) Posteriormente, como lo observa Eduardo Kac (citado en Matewecki, 2010), el Bioarte heredó la sensibilidad de movimientos pioneros como el Land Art, el Arte Ecológico y el Body Art. Aunque estas corrientes no utilizaban el laboratorio ni manipulaban la vida microscópica a nivel biotecnológico, introdujeron la noción del entorno natural y del propio cuerpo vivo como soportes legítimos de la práctica artística.
c) En un tercer hito, el Bioarte entabla una alianza directa con el Arte Conceptual, heredando la primacía de la idea, el proceso y el enunciado crítico por encima del objeto finalizado o mercancía estética.
d) Finalmente, la disciplina encontrar una valiosa convergencia simbiótica con el arte performático (Performance Art). De este último no solo asimiló la valoración del tiempo, la presencia y la acción en vivo, sino también las estrategias metodológicas de registro visual y documentación como único medio para perpetuar una obra cuya materia viva se extingue inevitables horas o días después de su exhibición.

1.2 Agar Art

Dentro del vasto abanico del Bioarte, el Agar Art (o arte microbiano) emerge como una vertiente fascinante donde la microbiología y la creación plástica convergen en una escala microscópica y gestual. Esta diciplina artística utiliza las placas de Petri rellenas con agar nutritivo —una especia de sustrato gelatinoso que es rico en nutrientes— sobre las cuales el artista siembra e inocula cultivos de microorganismos como bacterias, levaduras u hongos (Rojas Navarro, 2020). Durante su crecimiento, estas colonias despliegan diferentes texturas y pigmentaciones naturales que dan forma a patrones, ilustraciones y composiciones únicas para la obra artistica.

Los orígenes históricos del Agar Art se remontan a la figura de Sir Alexander Fleming, quien, en la década de 1920, antes de su histórico descubrimiento de la penicilina, introdujo los protocolos del laboratorio en la producción estética al crear sus célebres "pinturas de gérmenes" (germ paintings), utilizando bacterias de diversos colores sobre gelatina para trazar figuras y escenas (Rojas Navarro, 2020). No obstante, la consolidación e institucionalización global de esta práctica se alcanzó en el año 2015 con la creación del certamen internacional Agar Art Contest, promovido por la Sociedad Estadounidense de Microbiología (ASM, por sus siglas en

inglés). Este hito demostró la capacidad del arte para democratizar el conocimiento científico y poner de manifiesto la insospechada belleza visual del mundo microbiano (American Society for Microbiology [ASM], 2015).

Entre las dinámicas esenciales descritas por la literatura técnica (Duarte, 2019; Herdoíza, 2020; Rojas Navarro, 2020), destacan las siguientes características definitorias del Agar Art:

a) Naturaleza en flujo, ya que, a diferencia de la pintura tradicional, el "pigmento" en el Agar Art está vivo; se multiplica, migra y respira, haciendo que la obra cambie constantemente de forma y densidad a lo largo del tiempo.
b) Cromatismo biológico donde los colores no vienen de tubos de pintura sintética sino de cromóforos y metabolitos producidos por especies o cepas microbianas específicas.

c) Sucesión metódica ya que, para garantizar el éxito visual, el artista debe dominar rigurosamente los cuatro procedimientos que son estandarizados en el laboratorio microbiológico (Rojas Navarro, 2020):
    1. Preparación e higienización del soporte: Esterilización del medio nutritivo y vertido aséptico en placas Petri.
    2. Inoculación o trazado: proceso de dibujar sobre la superficie de la caja Petri rellena de agar utilizando asas microbiológicas, hisopos o pinceles estériles previamente expuestos a microorganismos.
    3. Incubación: mantener las placas en un lugar con la temperatura controlada entre 25 °C y 37 °C, durante 24 a 48 horas, para permitir que las colonias de microorganismos se desarrollen y puedan observarse.
    4. Registro y conservación digital: Tomar fotografías del proceso de crecimiento de los microorganismos, para poder apreciar de una forma exacta los diferentes cambios que se generan antes de que el crecimiento excesivo de los microorganismos, el secado del medio o la contaminación afecten su apariencia.

No debemos olvidar la advertencia metodológica y ética señalada por Pozo (2021): el Agar Art no es una práctica doméstica ni inocua. Manipular microorganismos requiere bioseguridad estricta, entrenamiento técnico y laboratorio equipamiento adecuado para contener, neutralizar y desechar adecuadamente material biológico tanto del creador como del entorno social. Desde el punto de vista formal y plástico el Agar Art cuestiona los mismos fundamentos del dibujo. En teoría del arte se piensa que la línea

es el elemento gráfico básico para estructurar formas y configurar lenguajes visuales. En la pintura microbiológica, la colonia bacteriana en expansión asume el papel funcional de la línea y el trazo (Mendoza, 2018). Esta reconfiguración tiene una dimensión conceptual mucho mayor cuando los microorganismos empleados son recolectados directamente de las herramientas del artista (las cerdas de los pinceles, grietas de paletas mezcladoras o agua de aclarado. Al cultivar este ecosistema invisible en un entorno controlado, la obra no solo revela la vida latente que acompaña al acto creativo, sino que desvela la memoria biológica oculta bajo la superficie de la práctica pictórica.

Por último, la asombrosa variedad de morfologías bacterianas enriquece sustancialmente el vocabulario visual del artista. La ciencia clasifica estos organismos procariotas —dotados de mecanismos eficientes de multiplicación como la fisión binaria— en función de sus estructuras macro y microscópicas: desde los bacilos de geometría cilíndrica y los cocos de forma esférica, hasta los espirilos helicoidales y los vibrios curvados. Al igual que ilustradores científicos históricos como Ernst Haeckel o creadores contemporáneos como Damien Hirst exploraron la complejidad estética de las estructuras naturales, la morfología microscópica ofrece en el Agar Art un repertorio infinito de ritmos, texturas y patrones espaciales, sirviendo de puente perfecto hacia la exploración de las redes invisibles de la vida y la materia.

1.3 Microorganismos ambientales

Cuando se trabaja dentro del taller de Artes Plásticas, se rodea un ecosistema invisible que casi nunca se puede detener para realizar una contemplación. En las cerdas de un pincel usado, en el agua turbia del recipiente de aclarado, sobre las espátulas o en la superficie de la paleta de mezcla habitan millones de microbios. Recolectar estos microorganismos ambientales y trasladarlos a una placa de agar no es solo un acto de recolección técnica; es una decisión conceptual profunda que busca otorgarle visibilidad al entorno cotidiano del creador.

Sin embargo, trabajar con lo que la naturaleza nos entrega de forma silvestre impone un rigor ético y metodológico indispensable en la redacción académica. Al no haber realizado pruebas genéticas o bioquímicas de laboratorio (como la secuenciación del ADN o pruebas metabólicas complejas), no es posible asignar un nombre ni un apellido taxonómico a las colonias que crecen en nuestras placas. Pretender afirmarlo sería un error metodológico que comprometería la validez del trabajo.

Por esta razón, en esta investigación marcamos un límite epistemológico claro entre lo que podemos afirmar y lo que no podemos afirmar:

Lo que sí podemos afirmar y argumentar:

a) Presencia de vida microbiana ambiental, ya que se verifica la existencia y multiplicación de colonias microbianas autóctonas recolectadas directamente de los utensilios del taller artístico.
b) Comportamiento plástico y morfología observable, ya que es totalmente válido registrar y analizar las transformaciones macroscópicas: el aumento de densidad, las variaciones de textura, los cambios de coloración, los patrones de expansión radial y la formación de biopelículas visibles a simple vista.
c) Materia viva como recurso simbólico, porque la colonia silvestre funciona perfectamente como un soporte expresivo que encarna la transformación, la fragilidad y el paso del tiempo dentro de la obra.

Lo que no podemos afirmar:

a) Identidad taxonómica específica, no se puede sostener que los cultivos contengan especies concretas como Geobacter sulfurreducens, Pseudomonas o Bacillus.
b) Propiedades electroactivas demostradas, ya que no se puede aseverar clínicamente o mediante mediciones físicas que los cultivos obtenidos posean una capacidad cuantificable de transferencia de electrones o conductividad eléctrica de nivel metabólico.

Adoptar esta postura no debilita la investigación artística; al contrario, la fortalece. Como bien señala Alados (2014), el trabajo con agentes biológicos exige responsabilidad y claridad en el manejo del material. Reconocer a nuestros cultivos simplemente como "microorganismos ambientales" o "colonias microbianas obtenidas de implementos artísticos" otorga una honestidad científica impecable, permitiendo que la potencia de la obra resida en su capacidad poética y en su calidad formal.

1.4 Bioelectricidad Microbiana: la Transferencia Extracelular de Electrones (EET)

Aun cuando se contempla una colonia bacteriana como una mancha inmóvil sobre el agar, en la escala microscópica la realidad es totalmente distinta. La vida respira electricidad. Durante las últimas décadas, la microbiología ha descubierto que muchos microorganismos no funcionan como entes aislados, sino que son capaces de generar, conducir y responder a

estímulos bioeléctricos mediante un proceso fascinante conocido como transferencia extracelular de electrones (EET, por sus siglas en inglés) (Lovley, 2012; Wang et al., 2025).

En términos sencillos, mientras que los seres humanos expulsan electrones al respirar oxígeno, ciertas bacterias que viven en ambientes desprovistos de aire necesitan "respirar" minerales u otros elementos sólidos que se encuentran fuera de su propio cuerpo. Para lograr esto, la naturaleza las ha dotado de un mecanismo asombroso: canalizando sus electrones a través de su membrana celular hacia el exterior, utilizando redes proteicas o incluso pequeñas estructuras filamentosas conocidas como pili conductores o nano cables microbianos (Reguera et al., 2005).

Además, la capacidad de mover cargas eléctricas no solo les sirve para subsistir individualmente. Estudios recientes como los de Prindle et al. (2015) han demostrado que las comunidades bacterianas organizadas en biopelículas utilizan canales iónicos para enviar ondas de despolarización eléctrica a través de miles de células. Es decir, se comunican bioeléctrica mente entre sí para coordinar el crecimiento colectivo de toda la colonia.

Y es que, observar estos microcircuitos biológicos, resulta casi imposible no sobrecogerse ante la semejanza que guardan con las redes del pensamiento humano. La posibilidad de que seres tan diminutos compartan energía e información mediante pulsos eléctricos nos ofrecen un puente conceptual perfecto para reflexionar sobre la naturaleza de la propia mente.

1.5 Geobacter sulfurreducens como Referente Conceptual

Es aquí donde aparece Geobacter sulfurreducens, pero en su lugar correcto: no como un ingrediente biológico aislado en la caja Petri de nuestro taller, sino como una brújula conceptual y poética que guía el discurso de la obra.

Geobacter sulfurreducens es, probablemente, el organismo paradigma dentro de la electro microbiología. Descubierta por el equipo de Derek Lovley, esta bacteria posee una capacidad asombrosa para tejer diminutos nanocables proteicos —verdaderas autopistas biológicas de conductividad metálica— capaces de transportar electrones a distancias varias veces superiores a su propio tamaño celular (Malvankar et al., 2011; Lovley, 2012). Geobacter no solo habita en el lodo; construye una red de conexión eléctrica que mantiene unida y coordinada a toda su comunidad.

En el contexto de la propuesta artística Identidad Suspendida, Geobacter sulfurreducens opera como una gran metáfora visual y filosófica. Aunque en el laboratorio se trabaje con

microorganismos ambientales, la figura de Geobacter brinda la base teórica para imaginar la vida como una trama de hilos invisibles por los que circula la energía. Permite hablar de "nanocables", de redes que conducen datos y de organismos que se conectan en la oscuridad.

Como sugiere Eduardo Kac (2007) al referirse a la dimensión poética del Bioarte, el uso de conceptos científicos en la creación artística no busca ilustrar de forma literal un fenómeno de laboratorio, sino evocar significados profundos sobre la condición humana. Geobacter regala esa bella imagen de la vida tejiendo sus propios cables, un referente ideal para dialogar con el complejo entramado de las neuronas.

1.6 Neuroelectricidad y Epilepsia

Si se desciende al mundo microbiano para entender la electricidad en su forma más elemental, al elevar la mirada hacia el cerebro humano se puede encontrar con la máquina bioeléctrica más compleja que se conoce. Nuestra mente es, en esencia, una vasta red de aproximadamente 86 mil millones de neuronas que se comunican incesantemente mediante impulsos electroquímicos. A través de este flujo sináptico constante, se percibe el mundo, se siente emociones, se construye la memoria y se sostiene eso que llamamos identidad.

Sin embargo, hay momentos en que ese sinfín de señales pierde su armonía. La epilepsia no es solo una condición clínica; desde la perspectiva de la física del cuerpo, es una verdadera tormenta eléctrica cerebral. Como explican Stafstrom y Carmant (2015), una crisis epiléptica se produce por una descarga neuronal anormal, excesiva e hipersincrónica. En lugar de un diálogo fluido y ordenado entre áreas cerebrales, miles de neuronas comienzan a disparar al mismo tiempo con una fuerza desmedida, saturando los canales de comunicación.

Esa hiper sincronización produce un efecto paradojal y conmovedor: en medio del exceso de actividad eléctrica la conciencia se interrumpe. Se crea un vacío (un breve instante de desconexión donde el sujeto pierde contacto con el tiempo y espacio exterior). Para Kurniawaty y Kalanjati (2016), este cortocircuito temporal evidencia la extrema fragilidad de la red que nos sostiene.

Establecer un paralelismo poético entre los impulsos bioeléctricos microbianos y las descargas neuro eléctricas de la epilepsia permite abordar esta condición desde una mirada empática y estética. Artistas como Susan Aldworth (2012) y Andrew Carnie han mostrado cómo la representación visual del cerebro en crisis puede transformar la frialdad de un diagnóstico

médico en una experiencia artística profundamente humana, donde el espectador confronta la delgada línea que separa la estabilidad de la mente de su repentina suspensión.

1.7 Traducción artística, Materialidad y Concepto en Identidad Suspendida

Todos estos hilos teóricos —el agar como lienzo, la vida microbiana ambiental, los nanocables conceptuales de Geobacter, las descargas eléctricas y el vacío de la epilepsia— encuentran su punto de convergencia y encarnación en la instalación artística Identidad Suspendida.

La obra no busca ser una reproducción clínica ni una lección de anatomía, sino una traducción plástica que convierte fenómenos invisibles en una vivencia sensible. Para lograrlo, la selección de los materiales ha sido estrictamente calculada según su carga simbólica y sus propiedades formales (Shanken, 2009):

a) El soporte de acrílico estratificado: La obra se compone de dos placas de acrílico transparente de 80×60 $[cm]$ separadas entre sí por un vacío de 15 cm. La transparencia del acrílico recuerda la estética limpia de las placas Petri y los instrumentos de laboratorio mientras que proyecta planos profundos visuales. El aire suspendido entre ambas placas materializa materialmente el espacio de la "ausencia" o interrupción de la conciencia.
b) El trazo de cobre y la resina conductiva: Moldeado a mano, el alambre de cobre esmaltado dibuja sobre el acrílico las rutas de la red neuronal. A su vez, para representar la densidad de la biopelícula sin recurrir a cultivos vivos expuestos que comprometerían la bioseguridad, se utiliza resina epóxica combinada con pigmentos, partículas de grafito u óxido de hierro. Esta mezcla recrea visualmente la textura orgánica y la apariencia de la materia bioeléctrica concentrada.
c) La relación de los colores con el estado mental: El gris oscuro representa la sombra, el silencio y la interrupción de la actividad cerebral. El azul representa una etapa de transición, en la que el cerebro busca recuperar su equilibrio y reorganizar su actividad. Finalmente, el rojo representa la intensidad y la alteración de la actividad eléctrica, así como el momento de recuperación y reconexión.
d) El pulso de luz mediante Arduino: La tecnología de hardware abierto forma parte en la obra no como un adorno técnico, sino como el motor que le da vida. Un microcontrolador Arduino al ser programado mediante secuencias lumínicas aleatorias en diodos LED estroboscópicos. Los destellos de luz intermitentes e impredecibles que atraviesan la estructura de cobre y acrílico no siguen un ritmo armónico: imitan el pulso descontrolado

de una descarga sumergiendo al espectador en una atmósfera de tensión, vacío y desconexión.

De este modo, Identidad Suspendida se consolida como una pieza de Bioarte híbrido donde la materia, la luz y el concepto dialogan para devolverle al cuerpo su condición más poética y vulnerable: la de un ser cuya propia conciencia depende de un frágil y maravilloso destello de luz.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

Abordar la creación plástica desde la investigación académica exige una postura flexible, donde el taller no sea un simple lugar de trabajo, sino un verdadero laboratorio de ideas. Por esta razón, el presente estudio se inserta en el enfoque cualitativo, bajo la modalidad de investigación-creación artística. Procesalmente no se pretende medir variables numéricas ni comprobar hipótesis estadísticas rígidas; lo que busca este proceso es explorar las posibilidades estéticas y conceptuales que emergen cuando la materia viva dialoga con la fragilidad de la mente humana.

Y es que, como bien señala Sullivan (2010), la práctica artística posee una forma propia de construir conocimiento. No se trata de ilustrar una teoría conocida, sino dejar que el propio hecho de manipular el agar, ver crecer una mancha o moldear un alambre de cobre vaya revelando significados. Así es: tipo de investigación exploratorio reflexivo: siempre buscando donde la intuición plástica; rigor metodológico y metáfora conceptual van tejiendo en el mismo lienzo

2.2 Técnicas e Instrumentos de Investigación

En lugar de trabajar con participantes humanos o muestras clínicas esta investigación centra su unidad analítica en la relación entre materia viva microbiana y su traducción simbólica dentro de la instalación artística.

El material experimental biológico no es genético de un laboratorio ni cepas comerciales estandarizadas. En definitiva, el proyecto poético es rescatar la vida invisible que acompaña al artista en su rutina diaria: por eso la muestra está formada por microorganismos ambientales silvestres recolectados directamente de las herramientas de trabajo del taller de pintura.

a) Las cerdas de pinceles de pelo natural y sintético después de haber sido usadas.
b) El agua depositada en los recipientes de lavado y aclarado de pigmentos.
c) Las grietas y zonas húmedas de las paletas de mezcla acrílico y óleo.

Por otro lado, la unidad de análisis material se complementa con los soportes inanimados que dan vida a la obra final: placas acrílicas transparentes, hilo de cobre esmaltado, resina epóxica

pigmentada grafito óxido hierro diodos LED y microcontrolador Arduino programados para emitir impulsos luminosos aleatorios.

2.3 Fases del proceso Metodológico y Experimental

Para que el trayecto entre la recolección biológica y la obra tridimensional sea claro y coherente, el trabajo se estructuró en tres fases consecutivas que van desde lo microscópico hasta la experiencia espacial:

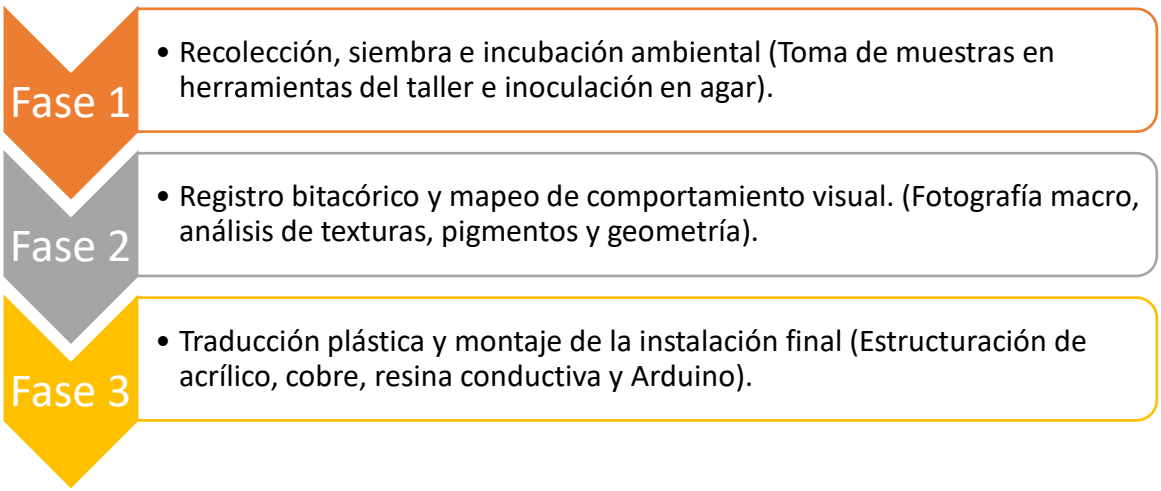


Figura 1 Fases Metodológicas del Proceso de Investigación-Creación

Nota. Diagrama explicativo del recorrido metodológico de taller en tres etapas consecutivas, desde la recolección e incubación de microorganismos ambientales hasta la traducción plástica en la obra Identidad Suspendida. Elaboración propia.

2.3.1 Estrategia metodológica propia: INvisia Art

Dentro del marco cualitativo de la Investigación-Creación, el presente trabajo incorpora la estrategia metodológica propia denominada INvisia ARt, una ruta procedimental diseñada y estructurada por el autor Kleber Daniel Cando Paredes para operativizar la producción y experimentación en el ámbito del Bioarte.

El concepto surge de la conjunción entre la raíz INvisia —que alude a la acción de hacer perceptible la actividad bioeléctrica y microbiológica que ocurre fuera del espectro visual humano— y la terminación ARt, la cual sintetiza la convergencia entre el arte, la ciencia y la tecnología. Mientras la Investigación-Creación constituye la postura epistemológica general de la tesis, INvisia ARt opera como el brazo práctico, técnico e instrumental concebido específicamente para la ejecución del proyecto.

Se justifica como estrategia metodológica en tanto articula de manera metódica, rigurosa y replicable tres lenguajes interdisciplinares: la microbiología, el lenguaje plástico matérico y la tecnología de hardware abierto. La aplicación de esta estrategia se estructuró en tres fases consecutivas:

Fase 1: Exploración microbiológica, donde la recolección de muestras ambientales, siembra e incubación controlada de microorganismos para el estudio de sus dinámicas biológicas.

Fase 2: Mapeo visual y formal, se realiza un registro sistemático en bitácora de campo y análisis del comportamiento morfológico, textural y cromático de las cepas.

Fase 3: Traducción plástica e integración tecnológica para el ensamblaje de la obra física mediante el uso de acrílico, cobre y resina, articulado con hardware libre (Arduino) para la captura, procesamiento y automatización de señales.

2.4 Procedimiento

El desarrollo del proyecto se organizó en tres fases principales.

Recolección, siembra e incubación de microorganismos ambientales

Esta etapa inicial constituye el primer contacto con la materia viva. En un ambiente limpio y con el uso de mascarilla y guantes de nitrilo, se prepararon placas Petri esterilizadas con agar nutritivo de base marina. Mediante hisopos estériles y asas de inoculación, se tomaron improntas de los pinceles, el agua de lavado y las paletas del taller, realizándose siembras por estría y por contacto directo. Ver figura 2.



Figura 2 Materiales de Laboratorio y Siembra. Fotografía de elaboración propia, tomada durante la fase inicial de diagnóstico en el taller.

Las placas se mantuvieron en una cámara de incubación casera a temperatura ambiente (entre 20 °C y 28 °C). Durante 72 horas, al respecto, se observa que la incertidumbre fue la gran protagonista: observar cómo surgían diminutos puntos de color blanco, amarillo o ocre fino permitió presenciar el despertar de una comunidad que habitaba en silencio sobre los instrumentos del arte., como se observa en la figura 3.



Figura 3 Desarrollo y Crecimiento Biológico de las Cepas Bacterianas en Medio Controlado. Crecimiento de biopelículas ambientales tras el periodo de incubación. Fotografía de elaboración propia.

Fase 2. Registro en bitácora y mapeo de comportamiento visual

Con la aparición de las primeras colonias, el trabajo de laboratorio se transformó en un ejercicio de contemplación estética. Diariamente, se llevó a cabo un registro fotográfico en alta resolución con lente macro, consignando en la bitácora de taller las variaciones de forma, bordes, densidad, humedad y cambios cromáticos.

Es importante reiterar que en esta fase no se realizaron pruebas bioquímicas para bautizar a los microorganismos con nombres científicos. Lo que verdaderamente interesaba al proceso era su comportamiento plástico: cómo una colonia se expande hacia los bordes, cómo choca con otra o cómo la textura cambia a medida que se agotan los nutrientes. Esos patrones visuales fueron los que alimentaron el lenguaje gráfico de la propuesta.

Fase 3. Traducción Plástica e Integración Tecnológica en Identidad Suspendida

La última fase consistió en trasladar las intuiciones visuales del agar hacia el espacio tridimensional de la obra. Entendiendo que la vida microscópica en placa es efímera y que la exhibición pública exige seguridad, la instalación Identidad Suspendida reinterpreta la biopelícula y las conexiones neuronales mediante materiales estables.

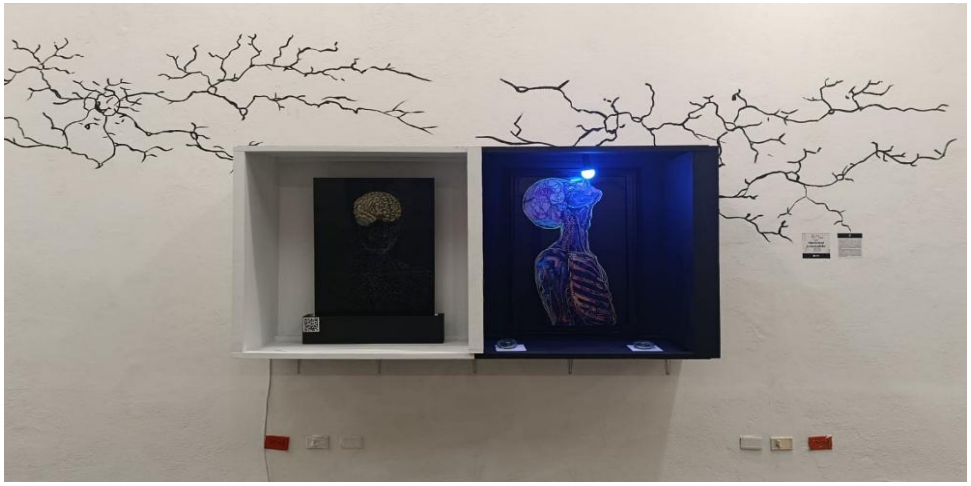


Figura 4 Ensamblaje Final de la Propuesta Plástica "Identidad Suspendida". Detalle de la superposición de capas de acrílico y la integración del circuito electrónico. Fotografía de elaboración propia.

Sobre dos planchas de acrílico estratificado $80 \times 60[cm]$, se tejió a mano la red de alambre de cobre, emulando tanto los "nanocables" bioeléctricos del referente conceptual Geobacter como las ramificaciones dendríticas del cerebro. Encima de este trazado se vertió resina epóxica pigmentada con cargas minerales para imitar la densidad de los cultivos biológicos. Finalmente, se integró el sistema de microcontrolador Arduino, programado para activar secuencias de luz intermitente y desordenada que irrumpen en la estructura, traduciendo de manera sensible la tormenta y el vacío de la crisis epiléptica.

2.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Los instrumentos para recoger datos en una investigación así deben registrar tanto el dato visible como la vivencia procesal. Para ello se utilizaron tres diferentes herramientas:

1. La Bitácora de taller y diario de campo: Un cuaderno en el que se registraron durante el desarrollo del proyecto, las ideas, reflexiones, decisiones tomadas en el proceso artístico dificultades encontradas y descubrimientos que surgieron a lo largo del trabajo.
2. Fotografía y lapso de tiempo (Time-lapse): permitió registrar como iba cambiando y creciente los microorganismos en las placas de Petri capturando mediante fotografías las transformaciones que ocurrían con el paso de las horas
3. Fichas de análisis morfológico-formal: Matrices cualitativas para comparar las formas orgánicas obtenidas en el cultivo (puntos, filamentos, bordes

difusos) con las soluciones plásticas colocadas en el alambre de cobre y la resina sobre acrílico.

2.6 Protocolos de Bioseguridad y Manejo del Material Vivo

El trabajo con agentes biológicos (ya sean procedentes del entorno ambiental cotidiano o no) requiere asumir un compromiso ético y de responsabilidad hacia el medio ambiente. Las bacterias y hongos silvestres concentrándose en un medio rico en nutrientes pueden alcanzar densidades que requieren manejo cuidadoso. En el taller las placas de Petri estuvieron siempre selladas con resina (sintética) para evitar liberación de esporas o contaminación cruzada. Una vez finalizada la etapa fotográfica los cultivos no se dejaron caer sino neutralizados químicamente (inmersión en solución hipoclorito de sodio al 10 % durante 24 h antes de su disposición final) o inactivados por calor húmedo. Además de la seguridad del público espectador y durabilidad del objeto artístico también se decidió metodológicamente no llevar placas con cultivos vivos a sala. La instalación Identidad Suspendida no expone bacterias latentes, sino que utiliza resina, cobre, acrílico y luz programada como metáforas inertes e inofensivas encarnando energía de vida (la exposición reduce enormemente el riesgo de exposición al material biológico) asegurando total seguridad para los asistentes.

2.7 Preguntas de Investigación y/o Hipótesis

Por tratarse de una investigación orientada a la práctica de la creación artística y el Bioarte, este estudio no plantea una hipótesis estadística ni pretende predecir variables cuantitativas en un laboratorio. En este sentido, intentar medir voltajes o demostrar axiomas clínicos se alejaría por completo del corazón de la propuesta plástica. En su lugar, el trayecto de taller y la construcción formal del proyecto se articulan a través de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo traducir en un lenguaje visual y plástico el comportamiento morfológico de microorganismos ambientales recolectados en las herramientas del taller, conectando sus patrones de crecimiento orgánico con la noción poética de la bioelectricidad?
- ¿Qué recursos formales y materiales permiten articular, desde las artes plásticas, un paralelismo simbólico entre las descargas neuroeléctricas de una crisis epiléptica y el referente conceptual de las redes bioeléctricas de Geobacter sulfurreducens?
- ¿De qué manera la integración de hardware libre (como Arduino) con la materia tridimensional (cobre, acrílico y resina) contribuye a construir una experiencia inmersiva e intermedia en la obra Identidad Suspendida, evocado de forma sensible la interrupción del flujo sináptico y la percepción del vacío?

2.8 Matriz de Operacionalización de Variables o Matriz Diagnóstica

Para que hable con claridad el proceso creativo y no pierda el rumbo entre microbiología, estudios sobre epilepsia y artes visuales se plantea una matriz diagnóstica articulada desde las categorías plásticas de la obra. Claro que las investigaciones tradicionales suelen encerrar sus ideas en tablas de variables cuantitativas para medirlas con instrumentos estadísticos, pero cuando el centro del estudio es la creación artística esa estructura nos queda muy corta. En Investigación-Creación no queremos medir variables en escala numérica sino cómo una idea abstracta se hace cuerpo a través de la materia, luz y concepto. Por eso este instrumento es una verdadera guía de taller: un mapa metodológico que conecta orgánicamente los referentes teóricos (como bioelectricidad Geobacter o descarga neuronal) con las decisiones técnicas tomadas frente al acrílico, cobre o resina; así el resultado final en la obra Identidad Suspendida está coherente poéticamente y formalmente en cada uno de sus detalles.

Tabla 1 *Matriz Diagnóstica de Categorías de Creación*

Categoría estética	Dimensión teórica	Indicador Materia/Técnica	Instrumento de Registro
Materialidad viva y transformación orgánica	Bioelectricidad microbiana (Geobacter como referente conceptual) y ciclos de crecimiento ambiental.	Cultivo de microorganismos ambientales silvestres en agar nutritivo y su emulación plástica con resina epóxica y partículas de grafito u óxido de hierro.	Bitácora de taller, registro fotográfico macro y fichas de análisis morfológico.
Trazo conductivo y ramificación	Flujo neuro eléctrico y rutas sinápticas del cerebro (Epilepsia).	Alambre de cobre esmaltado (espesor 6-10 mm) ruteado sobre placas de acrílico transparente $80 \times 60\ [cm]$	Esquemas gráficos de taller, planos constructivos y diagramas de trazado.
Paroxismo sensorial y pulso del vacío	Hiper sincronización cerebral, descarga convulsiva e interrupción temporal de la conciencia.	Diodos LED estroboscópicos integrados y programados con microcontrolador Arduino	Código de programación (.ino), diagramas de circuito y pruebas de iluminación en sala.

Categoría estética	Dimensión teórica	Indicador Materia/Técnica	Instrumento de Registro
Codificación cromática de la crisis	Simbolismo de la penumbra, el tránsito y la reconexión orgánica.	Tríada pigmentaria: Gris oscuro (falla sináptica/sombra), Azul (transición bioeléctrica), Rojo (estímulo/reconexión).	Muestrarios cromáticos de resina, ficha técnica de la obra y memoria de montaje.

Nota. Elaborado por el autor. Esta matriz adapta la tradicional operacionalización de variables cuantitativas hacia un modelo categorial propio de la Investigación-Creación. Y es que su finalidad no es medir datos numéricos, sino asegurar la correspondencia poética y matérica entre los conceptos teóricos y el trabajo práctico desarrollado en el taller dentro de la instalación Identidad Suspendida.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Desarrollo de la Fase Experimental y Articulación de la Obra

El desarrollo del capítulo de resultados da cuenta del proceso de materialización de la obra Identidad Suspendida, articulando las fases de laboratorio de taller, traducción visual y montaje final.

3.1.1 Caracterización Morfológica de los Cultivos de Taller

A partir de la toma de muestras e inoculación de microorganismos ambientales recolectados en las herramientas de trabajo, se obtuvieron cultivos en agar cuya evolución reveló patrones radiales, ramificaciones filamentosas y variaciones de pigmentación. Este comportamiento biológico no se empleó como ensayo microbiológico cuantitativo, sino como matriz formal y fuente visual para el diseño de la instalación.



Figura 5 *Cultivo de microorganismos.*

Aislados de herramientas del taller de Artes Plásticas sobre medio de agar.
Nota. Cultivos obtenidos a partir de muestras recolectadas en pinceles, paletas y recipientes de lavado del taller artístico durante la fase de aislamiento microbiológico. Fotografía elaborada por el autor, 2026.

Con el fin de documentar este proceso de forma ordenada y garantizar la consistencia metodológica de la investigación, se elaboró una matriz cualitativa de observación. En ella se registró, de manera cronológica, la evolución de los cultivos, sus características morfológicas y los cambios observados durante las diferentes etapas de crecimiento.

Tabla 2
Seguimiento Cualitativo y Morfológico del Cultivo Vivo en el Taller

Fases de Observación	Periodo (días)	Comportamiento Biológico Detectado	Traducción Visual y Utilidad Estética
Fase 1: Inoculación	Días 1 - 2	Fijación inicial de las muestras recolectadas por estriado en cajas Petri. Superficie estéril sin cambios macroscópicos. Ver Figura 2	Latencia. Representa el concepto del "vacío" o el estado previo al estímulo sináptico.
Fase 2: Colonización	Días 3 - 5	Aparición de colonias bacterianas aisladas. Incremento de la densidad de biopelícula en un entorno controlado a 28.5°C.	Emergencia del trazo orgánico. Las texturas celulares comienzan a ser visibles macroscópicamente.
Fase 3: Saturación	Días 6 - 8	Cobertura óptima de las placas. Se alcanza la morfología ideal de la bacteria (Geobacter spp. / cepas ambientales autónomas).	Densidad matérica. Isomorfismo plástico con los nudos y acumulaciones eléctricas cerebrales.
Fase 4: Estabilización	Día 9+	Detención del crecimiento por agotamiento de nutrientes. Viraje de coloración en los bordes periféricos.	Fijación técnica. Momento idóneo para el encapsulado hermético mediante resinas protectoras.

Nota. Elaborado por el autor a partir de las bitácoras de seguimiento microbiológico del proyecto.

3.1.2 Traducción Plástica y Construcción del Soporte

Los patrones orgánicos observados en la bitácora de taller se trasladaron al soporte tridimensional mediante el ruteado de alambre de cobre esmaltado sobre placas de acrílico. Esta disposición geométrica estableció un puente conceptual entre el comportamiento de las redes bioeléctricas (tomando a Geobacter sulfurreducens como referente de transferencia de carga) y la representación gráfica del mapa neuronal característico de la epilepsia.

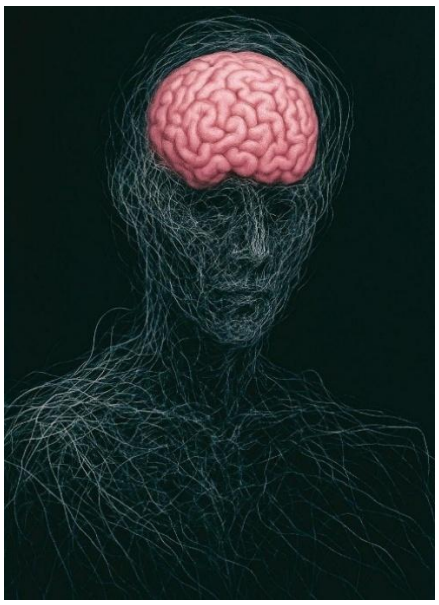


Figura 6 Sistema Electrónico Basado en Arduino.
Nota. Montaje experimental del circuito electrónico compuesto por un microcontrolador Arduino, LEDs estroboscópicos y conductores de cobre esmaltado, utilizado para simular el comportamiento irregular de las descargas neuronales. Fotografía elaborada por el autor (2026).

El circuito de LEDs estroboscópicos generó patrones lumínicos irregulares que evocan visualmente el comportamiento impredecible de las descargas hiper sincrónicas características de una crisis epiléptica. Más que reproducir el fenómeno desde un enfoque estrictamente científico, estos cambios de luz buscan transmitir la sensación de alteración, tensión e interrupción que atraviesa el sistema nervioso durante estos episodios.

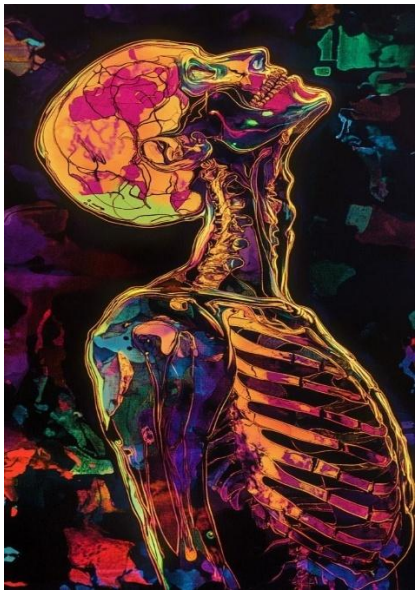


Figura 7 Simulación de Impulsos Lumínicos Mediante LEDs.
Nota. Registro fotográfico de las pruebas de iluminación realizadas con el sistema Arduino. Los patrones de luz fueron programados con secuencias aleatorias para representar, desde una perspectiva artística, la alteración del flujo sináptico asociada a una crisis epiléptica. Fotografía elaborada por el autor (2026).

3.1.3 Integración intermedia y montaje espacial

La obra se consolidó con la incorporación de la resina epóxica pigmentada y la inclusión del sistema de hardware libre (Arduino). El algoritmo programado generó un comportamiento lumínico no lineal donde las secuencias de paroxismo estroboscópico y los periodos de silencio lumínico permitieron al espectador experimentar de manera sensible la noción de interrupción sináptica y vacío de la conciencia.

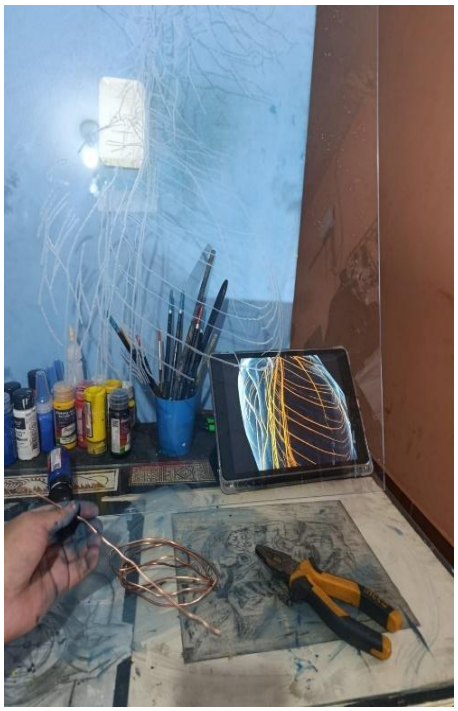


Figura 8 Estructura de Alambre de Cobre Esmaltado
Nota. Detalle del recorrido tridimensional construido con alambre de cobre esmaltado sobre el soporte de acrílico. Este elemento cumple funciones estructurales y compositivas, además de representar visualmente las conexiones neuronales que articulan el concepto de la obra. Fotografía elaborada por el autor (2026).

3.2 Discusión de Resultados y Reformulación Estética

El proceso de investigación-creación mostró que para articular arte y microbiología hay que resolver contratiempos técnicos que condicionan la potencia poética del proyecto. En el primer ensamblaje de Identidad Suspendida hubo un contratiempo plástico a la superposición de las dos placas acrílicas transparentes de 80 × 60 cm: la refracción entre ambas capas producía demasiada transparencia que desdibujaba el ruteado de cobre y resina haciendo que los trazos perdieran presencia en el espacio (perdió contraste). Esta pérdida de contraste debilitaba el objetivo central del proyecto: comunicar visualmente el quiebre y suspensión del flujo sináptico



Figura 9 Dificultades de Visualización Ocasionadas por la Refracción de las Placas de Acrílico.
Nota. Registro fotográfico del montaje preliminar de la obra, donde se observa la pérdida de contraste y legibilidad visual causada por la refracción de la luz y la transparencia del soporte. Esta situación motivó la reformulación cromática y pictórica de la propuesta. Fotografía elaborada por el autor (2026).

Frente a este problema, el proceso en el taller requirió un cambio en la estrategia pictórica. Se necesitaba ajustar la opacidad del fondo y recuperar la fuerza visual de la composición. Este cambio ayudo a resaltar la paleta de colores que se había establecido desde el inicio del proceso creativo. El gris oscuro se usó para representar la sombra, el silencio mental y la interrupción repentina de la actividad sináptica. Por otro lado, El azul se incorporó en las zonas de transición, para representar el proceso de la reorganización de las microcorrientes bioeléctricas, inspirado en modo de transferencia del microorganismo Geobacter. Por último, El rojo se reservó para los puntos de mayor tensión, evocando la descarga convulsiva y la sobreestimulación antes de la reconexión. Así, el color dejó de ser solo un elemento decorativo para asumir un papel más protagónico .

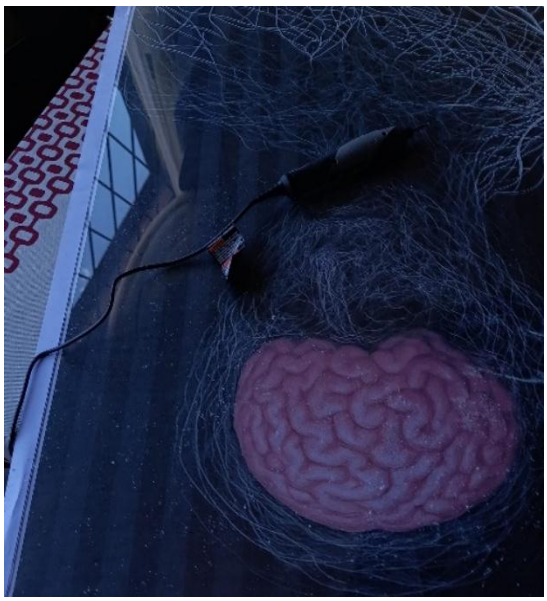


Figura 10 Resultado de la Reformulación Cromática.
Nota. Vista de la obra después de la aplicación de ajustes en la opacidad y la paleta cromática. La incorporación de tonos gris oscuro, azul y rojo permitió mejorar la lectura visual de la composición y reforzar la representación simbólica de la interrupción del flujo sináptico. Fotografía autoría propia (2026).

Esta reestructuración devolvió claridad al montaje sin perder el vínculo con el comportamiento de los microorganismos que se observaron en las cajas de Petri. También mostró que en el Bioarte, las decisiones del taller y las ideas conceptuales avanzan al mismo tiempo: un cambio en lo material afecta de inmediato la interpretación simbólica de la obra. Este resultado concuerda con lo que dice Anna Dumitriu (2018), quien afirma que trabajar con materiales biológicos exige un equilibrio constante entre la precisión formal y la flexibilidad inherente al proceso artístico.

Por otro lado, la elección del acrílico como soporte estratificado —donde conviven la luz programada de Arduino, el alambre de cobre y los pigmentos— coincide con los aportes de la artista ecuatoriana María Gabriela Punín (2016). Sus investigaciones confirman que los soportes contemporáneos no actúan como simples contenedores pasivos, sino como superficies dinámicas capaces de dotar de cuerpo y profundidad al discurso visual. En este marco, Identidad Suspendida se posiciona dentro de una vertiente de Investigación-Creación que expande el lenguaje del Bioarte al vincular la práctica plástica con la neurología y la microbiología.

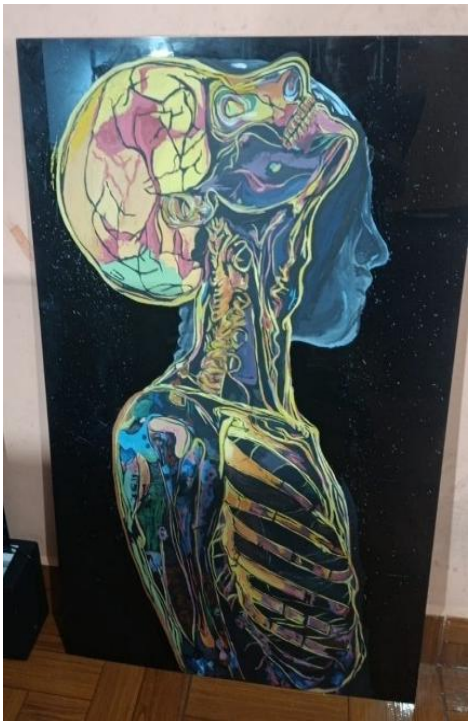


Figura 11 Vista del Soporte Estratificado de Acrílico.
*Nota***.** Registro de la obra terminada, donde se observa la interacción entre las placas de acrílico, las rutas de cobre y la resina pigmentada bajo el haz de luz. Fotografía elaborada por el autor (2026).

CAPÍTULO IV: PROPUESTA ARTÍSTICA

4.1 Introducción de la obra:

La propuesta artística Identidad Suspendida se consolida como una instalación multimedia e intermedia enmarcada en el Bioarte La obra gira en torno a la articulación poética de neurología y microbiología, haciendo analogía plástica entre hiperactividad desordenada de una crisis epiléptica y transferencia bioeléctrica extracelular (Geobacter sulfurreducens como referente conceptual).A partir del estudio de las formas de los microorganismos ambientales cultivados y de su representación mediante resina pigmentada, alambre de cobre y secuencias luz programadas en Arduino la propuesta busca representar la suspensión temporal de conciencia y sensación de vacío sensorial que puede presentarse durante una descarga eléctrica anormal en el cerebro . El proyecto toma como referencia los primeros segundos de una crisis convulsiva, momento en que un grupo de neuronas comienza a generar actividad eléctrica anormal que puede extenderse a otras zonas del tejido cerebral. A partir de este fenómeno la propuesta intenta traducir visualmente lo inaudible (materia orgánica, conductividad del cobre y paroxismo lumínico) para pensar sobre la fragilidad de la mente, colapso del orden neuronal y discontinuidad de identidad.

4.2 Descripción de la obra

Identidad Suspendida es una instalación tridimensional y participativa conformada por un soporte estratificado de acrílico de $80 \times 60\ [cm]$ articulado en dos bloques compositivos que simulan la estructura del cerebro humano:

a) Bloque izquierdo invita al espectador a experimentar de una manera sensorial no invasiva los microsegundos iniciales del comienzo de una crisis epiléptica para esto se utilizó principalmente 2 herramientas una lumínica (luces estroboscópicas) y un efecto visual. acompañado de una obra pictórica que consta de un desbastado con dremel para la composición del sistema nervioso central y el uso de pintura acrílica para plasmar el cerebro humano. El usó de una paleta compuesta por colores apagados especialmente el amarillo grisáceo.

b) Bloque derecho se utilizó una disciplina artística que utiliza microorganismos llamada Bioarte sobre una estructura metálica (alambre de cobre) que representa el sistema nervioso central (SNC) del cuerpo humano sobre una placa de acrílico en la que se encuentra plasmada

la silueta de una figura humana en posición erguida en la cual se utilizó pinturas de color neón que acompañado de una luz negra da visibilidad y protagonismo a la biopelícula de microorganismos. Por último, en la base del bloque se encuentran dos cajas Petri que en su interior alberga al microorganismo.

4.3 Bocetos y Proceso de Desarrollo

El desarrollo formal del proyecto partió de un proceso exploratorio registrado en bocetos y ensayos de taller. En las primeras fases se experimentó con el grabado mecánico sobre acrílico mediante desbastado y la selección de composiciones pictóricas para el fondo. Posteriormente, la investigación gráfica se centró en la estilización de la figura humana, analizando la rigidez postural y la tensión corporal características del inicio de una crisis epiléptica. Este estudio anatómico permitió definir la disposición del torso, las extremidades y la inclinación de la cabeza, sirviendo como guía para el ruteado final del alambre de cobre y la aplicación de las resinas.

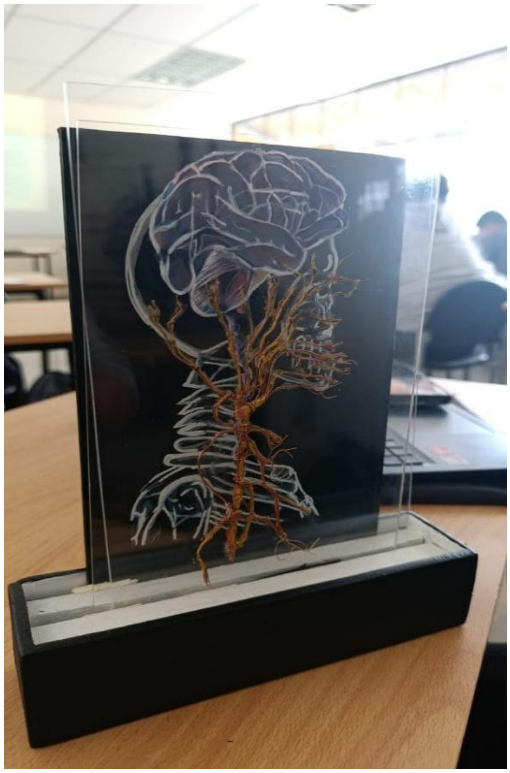


Figura 12 Propuestas Artísticas Iniciales
Nota. Registro fotográfico de las primeras propuestas plásticas desarrolladas durante la fase exploratoria del proyecto. Fotografía de elaboración propia (2025).



Figura 13 Proceso de Desbastado sobre Placas de Acrílico
Nota. Registro fotográfico de la fase de desbastado realizada con dremel sobre placas de acrílico, en la que se trazaron líneas desordenadas que emulan las conexiones del sistema nervioso. Fotografía de elaboración propia (2025).

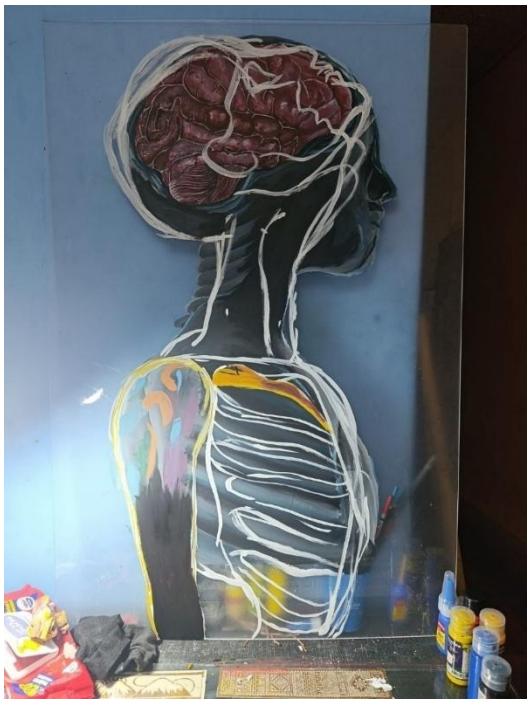


Figura 14 Proceso de Aplicación de Colores Neón
Nota. Registro fotográfico de la fase de intervención pictórica con colores neón aplicados sobre las placas de acrílico, utilizados como base cromática para intensificar el contraste visual y reforzar la representación simbólica de la actividad neuro eléctrica. Fotografía de elaboración propia (2025).



Figura 15 Estudio de la Figura Humana en el Bloque Izquierdo.
Nota. Registro fotográfico del bloque izquierdo, correspondiente al estudio anatómico de la figura humana al inicio de una crisis epiléptica, con énfasis en la posición del torso, la cabeza y las extremidades como base para la estilización formal. Fotografía de elaboración propia (2025).



Figura 16 Estilización de la Figura Humana en el Bloque Derecho
Nota. Registro fotográfico del bloque derecho, donde se aprecia la síntesis y estilización definitiva de la figura humana, ajustada a las características morfológicas y cromáticas necesarias para el desarrollo de los microorganismos en la obra. Fotografía de elaboración propia (2025).



Figura 17 Resultado Final del Proceso de Elaboración
Nota. Registro fotográfico de la obra finalizada tras las modificaciones sucesivas del proceso creativo, en la que se aprecian las siluetas, la composición y la estética. Fotografía de elaboración propia (2025).

4.4 Obra final

La resolución plástica derivó en el ensamblaje definitivo de la pieza y su integración en el espacio mediante una intervención mural que expande las conexiones neuronales hacia la pared. Para garantizar la conservación de la obra y el cumplimiento riguroso de las normas de bioseguridad, la materia orgánica y pigmentaria se aisló mediante encapsulamiento hermético en resina industrial inerte.



Figura 18 Obra Final - Intervención Mural
Nota. Registro fotográfico de la obra culminada, en la que se aprecia la intervención mural en forma de conexiones neuronales que, junto con los bloques que conforman la pieza, simulan un cerebro humano. La composición final resalta la sensación de una crisis epiléptica a partir de la selección y modificación de los elementos visuales y compositivos, entre ellos la figura humana. Fotografía de elaboración propia (2026).

Asimismo, la exhibición se acompañó de señalética de prevención relativa a la fotosensibilidad e iluminación tenue para garantizar la correcta visualización de los pulsos de luz.



Figura 19 Montaje Expositivo
Nota. Registro fotográfico del montaje final de la obra en el espacio expositivo, donde se aprecia el encapsulamiento de los microorganismos en resina como medida de conservación, así como la señalética de bioseguridad y las advertencias dirigidas a personas fotosensibles. Fotografía de elaboración propia (2026).



Figura 20 Exposición de la Obra con Público Asistente
Nota. Registro fotográfico de la obra durante su exhibición pública. Fotografía de elaboración propia (2026).

4.5 Guión museográfico

4.5.1 Objetivo General

Concebir la exposición Umbral como un espacio de tránsito donde las prácticas artísticas unan reflexiones en torno al cuerpo, el territorio y la salud mental.

4.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar experiencias liminales entre la presencia y la ausencia, la memoria y el olvido.
- Articular un diálogo transdisciplinar que comprenda el cuerpo como espacio de reflexión crítica.
- Generar una práctica expositiva como estrategia de resistencia frente al dolor y la pérdida.

4.5.3 Planificación y Diseño

Proceso integral de selección de propuestas estudiantiles y diseño de recorridos inmersivos que conectan la pintura expandida, la instalación, el grabado, el Bioarte y el performance.

4.5.4 Montaje de la Obra

Suspensión de la pieza a 1.50 m del centro compositivo, con una separación de 15 cm entre placas mediante distanciadores metálicos para potenciar las sombras tridimensionales.



Figura 21 Collage del Montaje de la Obra.
Nota. Composición fotográfica que reúne distintas vistas del montaje de la obra en el espacio expositivo, documentando el proceso de instalación, la disposición de los elementos y la interacción entre la pieza, el entorno y el público asistente. Fotografía de elaboración propia (2026).

4.5.5 Especificaciones Técnicas y Protocolo de Sala

a) Medidas totales: 80 cm $(ancho) \times 60cm(alto) \times 15cm(profundidad$ total del ensamble).
b) Peso aproximado: 6.5 kg
c) Sistema de fijación: Anclaje mural suspendido mediante guayas de acero inoxidable 1.5 mm ajustadas a tornillos de expansión, con separadores metálicos de $15mm$ entre las placas de acrílico.
d) Requerimiento eléctrico: Toma de corriente estándar $110V/220V\ \ AC\ a\ 60Hz$ conectada a un transformador regulado $\frac{5V}{2A}\ DC$.
e) Consumo eléctrico: $10W$ (bajo consumo continuo).
f) Tiempo de montaje: 90 minutos (fijación, nivelación y prueba de código en sala).
g) Tiempo de desmontaje: 45 minutos.
h) Iluminación necesaria: Sala en penumbra o iluminación tenue controlada para asegurar el efecto visual.
i) Distancia mínima de seguridad: 1.5 m entre la obra y el espectador.
j) Advertencia de seguridad (FOTOSENSIBILIDAD): Señalética de pared obligatoria al ingreso del espacio:

> ADVERTENCIA: Esta obra utiliza destellos de luz estroboscópica y parpadeos no lineales que pueden desencadenar episodios en personas fotosensibles o con sensibilidad a la luz.

k) Mantenimiento: Limpieza de las placas acrílicas con paño seco de microfibra (evitar el uso de solventes o alcohol).
l) Transporte y embalaje: Caja rígida de madera con molduras internas de espuma de polietileno de alta densidad (EPE) a medida, diseñada para prevenir fracturas del acrílico y proteger el alambre de cobre.
m) El sistema electrónico permanece oculto en la parte posterior de la obra para mantener la atención del espectador sobre los destellos lumínicos y el recorrido del cobre. En cuanto a la conservación y bioseguridad, la obra emplea materiales encapsulados y resinas protectoras derivados de las pruebas de taller; esto garantiza que pueda exhibirse de forma segura en espacios públicos, asegurando estabilidad física y biológica sin requerir el mantenimiento de cultivos vivos en sala.



Figura 22 Sistema Eléctrico. Microcontrolador Arduino.
Nota. Registro posterior de la obra donde se observa la integración del microcontrolador Arduino y las conexiones de bajo voltaje resguardadas tras la estructura acrílica. Fotografía elaborada por el autor (2026).

4.5.6 Inauguración de la exposición



Figura 23 Collage de la Inauguración de la Obra
Nota. Composición fotográfica que reúne distintos momentos de la inauguración de la obra, documentando la apertura del evento, la presencia del público asistente y la interacción con la instalación en el espacio expositivo. Fotografía de elaboración propia (2026).

4.5.7 Material promocional del evento



Figura 24 Material Promocional del Evento: Logotipo
Nota. Diseño del logotipo elaborado como material promocional para la difusión del evento de exhibición de la obra. La pieza gráfica sintetiza la identidad visual del proyecto y fue utilizada en los soportes de comunicación y convocatoria. Elaboración propia (2026).

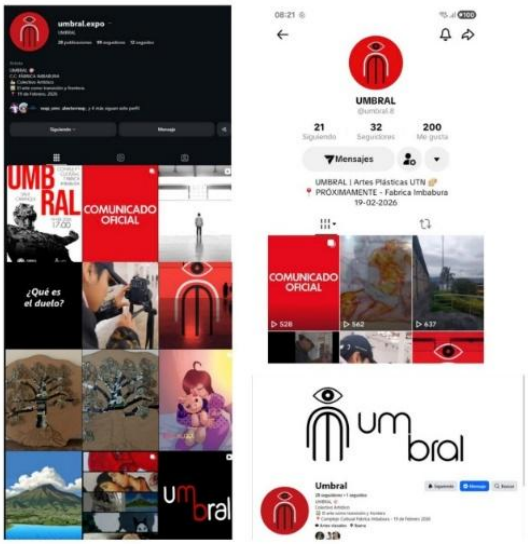


Figura 25 Material Promocional del Evento: Difusión en Redes Sociales
Nota. Registro de las piezas gráficas y publicaciones elaboradas para la difusión del evento en redes sociales, utilizadas como parte de la estrategia de comunicación y convocatoria del proyecto. Elaboración propia (2026).

4.5.8 Cédula de la obra



Figura 26 Cédula de la Obra
Nota. Registro de la cédula informativa que acompaña la obra en el espacio expositivo, en la que se consignan el título, el autor, la técnica, las dimensiones, los materiales y el concepto de la pieza. Elaboración propia (2026).

4.5.9 Descripción de la exposición

La exposición Umbral, desarrollada por los estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Artes Plásticas de la Universidad Técnica del Norte, se concibe como un espacio de tránsito y transformación. En este escenario, la producción artística trasciende el dominio técnico y el aprendizaje académico formal para constituirse en una estrategia de resistencia y una herramienta de reflexión crítica frente a las dinámicas contemporáneas. La muestra explora las transformaciones sociales a través de un lenguaje híbrido que integra la pintura expandida, la instalación, el grabado, el Bioarte y el performance. La exhibición se inauguró el 19 de febrero de 2026 con una permanencia de 15 días, reuniendo las propuestas de 20 artistas en formación.

4.5.10 Texto curatorial de la exposición

La exposición *Umbral* reúne las propuestas artísticas de los estudiantes de la Carrera de Artes Plásticas de la Universidad Técnica del Norte y plantea un espacio en el que las obras hablan de cambios, experiencias y diferentes formas de percibir la realidad. En este contexto, el arte no se entiende solamente como la aplicación de una técnica o como el resultado de un proceso aprendido durante la formación académica, sino también como una manera de expresar ideas, inquietudes y situaciones que forman parte de la vida actual. La palabra «umbral» se relaciona con ese momento en el que se pasa de un estado a otro, un punto de cambio que puede estar presente tanto en las experiencias personales como en la manera de relacionarnos con nuestro entorno. A partir de esta idea, las obras abordan temas relacionados con el cuerpo, la memoria, el territorio, las emociones y distintas experiencias humanas.

La exposición reúne propuestas realizadas desde diferentes lenguajes, entre ellos la pintura expandida, la instalación, el grabado, el Bioarte y el performance. Esta variedad permite trabajar con materiales y recursos que amplían las posibilidades de la obra y que, en algunos

casos, establecen relaciones con la ciencia, la naturaleza y el entorno social. El cemento, la madera, el metal, los textiles y los microorganismos vivos adquieren un papel importante dentro de estos procesos, ya que no solo funcionan como materiales, sino que también aportan características y significados propios a cada propuesta. A través de ellos se abordan temas como la memoria, la ausencia, el duelo y la salud mental, acercándose a experiencias de vulnerabilidad que pueden formar parte de la vida de cualquier persona. Las texturas, los cambios de los materiales, las formas y la manera en que las obras ocupan el espacio buscan generar en el espectador una experiencia que vaya más allá de la simple observación.

Otro aspecto importante de *Umbral* es la relación que las propuestas mantienen con el contexto de la región. Los espacios urbanos, la flora, las tradiciones y las historias que forman parte de la memoria local aparecen como referencias que permiten hablar del lugar desde diferentes perspectivas. Estos elementos se relacionan con las experiencias personales de los artistas y, al mismo tiempo, con situaciones que forman parte de una memoria compartida. Por ello, las obras pueden entenderse también como una forma de acercarse al entorno y reflexionar sobre aquello que lo caracteriza y que muchas veces pasa desapercibido.

Dentro de este contexto se desarrolla la presente propuesta artística, centrada en la representación de una crisis epiléptica y en los cambios que ocurren en la actividad eléctrica del cerebro durante sus primeros momentos. La epilepsia es un fenómeno que suele ser abordado principalmente desde la medicina y la ciencia; sin embargo, en esta propuesta se busca observarlo desde el campo artístico y encontrar una manera de representar visualmente aquello que sucede en el interior del cerebro y que no puede ser visto directamente. El interés parte de comprender cómo una alteración en la actividad eléctrica de las neuronas puede afectar temporalmente el funcionamiento cerebral y la experiencia de la persona.

La relación con el concepto de *Umbral* surge precisamente de este momento de cambio. Durante una crisis epiléptica se produce una alteración en la actividad normal del cerebro, generando una experiencia diferente que puede modificar temporalmente la percepción y la respuesta del individuo. Llevar este fenómeno al lenguaje artístico permite relacionar la ciencia con el cuerpo y la experiencia humana, utilizando los materiales, las formas, la luz y otros recursos plásticos para representar aquello que ocurre a nivel cerebral. De esta manera, la propuesta busca acercarse a la epilepsia desde una mirada artística y sensible, no con la intención de explicar o demostrar médicamente el fenómeno, sino de interpretarlo y convertirlo en una experiencia visual que permita al espectador reflexionar sobre el funcionamiento del cerebro, el cuerpo y los cambios que pueden ocurrir en ellos.

CONCLUSIONES

La investigación permitió establecer una relación entre la alteración de la actividad sináptica asociada con la epilepsia y los procesos de transferencia bioeléctrica que se representas en la instalación híbrida Identidad Suspendida. Para desarrollar la propuesta se utilizaron microorganismos ambientales, materia inorgánica (cobre, acrílico, resina) junto con un sistema de automatización realizado mediante Arduino, La combinación de estos elementos permitió representar la relación entre la descarga eléctrica anormal, la suspensión temporal de la conciencia y la sensación de vacío que puede presentarse durante una crisis epiléptica. A partir

de este proceso la investigación-creación permitió relacionar conocimiento de la biología y la neurociencia con los recursos propios del arte contemporáneo.

El análisis de los referentes del Bioarte y la electro microbiología permitió consolidar una postura poética donde la bacteria Geobacter sulfurreducens y los principios de la hiper sincronización neuronal operan como metáforas conceptuales estructurantes. La revisión bibliográfica permitió que, dentro los elementos biológicos y la tecnología no solo se utilizan únicamente para acompañar o representar una idea, sino que También forman parte de la obra y ayudan a construir su significado, generando espacios de reflexión sobre la vulnerabilidad, el cuerpo y la manera en que percibimos nuestras propias experiencias.

La incorporación y el cultivo controlado de microorganismos que se encontraban en las herramientas del taller plástico ayudaron a identificar patrones de crecimiento, formas orgánicas y colores. Este proceso de laboratorio con un enfoque artístico no buscaba demostrar la existencia de ciertas cepas que generan electricidad ni medir la conductividad en las colonias, sino crear un registro visual de formas que sirvió como base estética para los entramados y las impresiones en resina.

El proceso de ensamblaje material terminó en la creación de la obra Identidad Suspendida. La combinación del cobre esmaltado, el soporte hecho con capas de acrílico, la resina con color y las luces que se encendían de manera aleatoria con Arduino permitieron hacer un dispositivo espacial coherente. La alternancia entre destellos rápidos y momentos de oscuridad formó una propuesta que busca transmitir la imprevisibilidad de una crisis y la sensación de silencio mental.

El análisis de las decisiones de taller demostró que en la Investigación-Creación las limitantes matéricas transforman directamente el discurso teórico. La resolución del problema de refracción e hiper transparencia en las placas de acrílico mediante la incorporación de una tríada cromática intencionada (gris oscuro para la falla sináptica, azul para la transición y rojo para el paroxismo) confirmó que la búsqueda de claridad visual fortalece la dimensión poética de la obra, demostrando que el proceso de taller es un espacio vivo de generación de conocimiento práctico.

RECOMENDACIONES

De la limitación en la caracterización microbiológica, no se pudo realizar una identificación taxonómica ni pruebas de electro actividad en las cepas ambientales recolectadas en el taller,

se recomienda para futuras investigaciones establecer alianzas interdisciplinarias con laboratorios de microbiología o biotecnología. Esto permitirá trabajar con cepas puras e identificadas (por ejemplo, cepas controladas de Geobacter o Pseudomonas), integrando protocolos científicos especializados al proceso plástico.

Se recomienda que, en futuros proyectos, se considere la evaluación de la experiencia del espectador como parte del proceso de investigación. En el presente trabajo, las decisiones relacionadas con el espacio, la iluminación y los elementos visuales se desarrollaron desde una perspectiva artística, sin realizar un estudio específico sobre la manera en que el público percibe y responde a estos estímulos. Por ello, sería importante incorporar herramientas que permitan conocer de forma más cercana las experiencias de los espectadores. El uso de encuestas cualitativas, entrevistas y registros de los recorridos dentro del espacio podría aportar información sobre las reacciones, interpretaciones y emociones que generan elementos como la luz estroboscópica y el espacio en penumbra. Esto permitiría comprender mejor la relación entre la propuesta artística y la experiencia de quienes interactúan con ella.

De la limitación en la adaptación espacial y por la dependencia de la obra de un entorno en penumbra para apreciar los destellos lumínicos, se recomienda diseñar una estructura ligera de confinamiento lumínico (cámara oscura portátil) que acompañe a la instalación, permitiendo su montaje en salas con iluminación blanca no regulable.

Protocolo de Bioseguridad y Manejo de Materiales Biológicos

Para garantizar el cumplimiento de las normas éticas y de seguridad en el Bioarte, la manipulación de microorganismos ambientales se desarrolló bajo un protocolo estricto de control de riesgos, descartando cualquier afirmación absoluta sobre la eliminación de peligro biológico y enmarcando el proceso en la contención física y la prevención.

1. Aislamiento físico y conservación de la obra

El sellado con resina epóxica no elimina por sí solo los riesgos biológicos; en su lugar, actúa como una barrera que permite aislar físicamente el material biológico de acuerdo con las condiciones de conservación establecidas para la obra y reduce significativamente el riesgo de exposición directa. Los especímenes incorporados en la pieza final fueron sometidos a procesos previos de deshidratación y fijación matérica, asegurando su encapsulamiento inerte e impidiendo la proliferación o la dispersión de esporas en el ambiente.

2. Supervisión del procedimiento

El trabajo de laboratorio de taller y la manipulación de cultivos en cajas de Petri fueron supervisados por el equipo responsable del taller de la maestría, siguiendo los lineamientos normativos de bioseguridad de Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1) aplicables a microorganismos ambientales no patógenos de origen cotidiano.

3. Medidas de protección personal (EPI)

Durante las etapas de recolección de muestras en herramientas, inoculación en agar nutritivo y vertido de resina, se utilizó obligatoriamente el siguiente equipo de protección:

- Bata de laboratorio de manga larga.
- Guantes de nitrilo de calibre medio (desechados tras cada sesión).
- Mascarilla de alta eficiencia (N95 / FFP2) para evitar la inhalación inadvertida de esporas de hongos ambientales o aerosoles de resina.
- Gafas de seguridad con protección lateral.

4. Descontaminación de materiales y herramientas

Las tasas de siembra, espátulas y recipientes de vidrio empleados en la preparación de los medios de cultivo se descontaminaron mediante inmersión en solución de hipoclorito de sodio al 10% durante un tiempo mínimo de 30 minutos antes y después de cada uso, seguido de esterilización con alcohol etílico al 70%. Las superficies de trabajo de acrílico y madera se limpiaron minuciosamente con alcohol isopropílico antes del ruteado y ensamble.

5. Gestión y eliminación de residuos biológicos

Las cajas de Petri y los cultivos que no se seleccionaron para la fase de encapsulado e integración plástica no fueron arrojados al sistema de basura común. Se inactivaron químicamente saturando el medio de agar con hipoclorito de sodio concentrado durante 24 horas y, posteriormente, se empacaron en doble bolsa de bioseguridad para residuos infecciosos (bolsa roja) para su recolección y tratamiento final según la normativa de desechos biológicos de la institución.

6. Criterio de verificación para la exhibición en sala

Para determinar que la obra Identidad Suspendida estaba en condiciones seguras de exhibición pública, se estableció un periodo de observación de 14 días después del curado total de la resina. Durante este periodo se verificó:

- La ausencia de condensación o humedad residual dentro de la estructura estratificada.
- La hermeticidad del sellado epóxico sin agrietamientos ni burbujas expuestas.
- La inactivación biológica completa de las muestras atrapadas.

Solo tras corroborar la estabilidad matérica y la ausencia de desprendimiento de partículas o vapores se autorizó el traslado y la instalación de la pieza en el espacio expositivo.

Glosario

Agar-Art (Arte Microbiano): Técnica artística que consiste en crear imágenes o patrones sobre un medio de cultivo (agar) utilizando microorganismos (como bacterias o mohos) como "pintura". El crecimiento y el color de las colonias se convierten en los elementos visuales de la obra.

Bioarte: Práctica artística contemporánea que usa organismos vivos, como bacterias, células o plantas, procesos biológicos o materiales de origen biológico, como medio principal para crear la obra. Esta práctica busca explorar la relación entre arte, ciencia y vida.

Biopelícula (o biofilm): Los microorganismos, como las bacterias, se adhieren a una superficie y forman una comunidad. Esta comunidad está rodeada por una matriz de sustancias poliméricas que los mismos microorganismos producen. La matriz crea una estructura que protege a los microorganismos. Con esta estructura, los microorganismos pueden sobrevivir en entornos adversos. Además, la estructura permite que los microorganismos se comuniquen entre sí.

Biotecnología: Es una rama de la ciencia que trabaja con organismos vivos o partes de ellos para crear o cambiar productos o procesos con fines concretos. En el mundo del arte, se usa para hacer obras a partir de herramientas y conocimientos biológicos.

Crisis Epiléptica (o Convulsión): Evento neurológico caracterizado por una actividad eléctrica anormal, excesiva e hipersincrónica en el cerebro. Esto provoca una interrupción temporal de la función cerebral normal, que puede manifestarse de diversas formas.

Electro microbiología: Campo de estudio que investiga las interacciones entre los microorganismos y las corrientes eléctricas, enfocándose en la capacidad de ciertas bacterias para transferir electrones al exterior de su célula (transferencia extracelular de electrones o EET).

Encapsulado: Encapsulado es el proceso de cubrir un material, como el cultivo de microorganismos, con una capa protectora de resina o laca. Encapsulado se usa en esta investigación para sellar herméticamente los elementos biológicos. Encapsulado garantiza la conservación y elimina cualquier riesgo biológico.

Geobacter sulfurreducens: Geobacter sulfurreducens es una especie de bacteria electroactiva. Geobacter sulfurreducens tiene una alta capacidad para transferir electrones al exterior de su célula. Geobacter sulfurreducens se utiliza como modelo en esta investigación por su analogía con las redes eléctricas neuronales.

Hardware Abierto (Open Hardware): Hardware Abierto es el término para dispositivos electrónicos cuyo diseño y especificaciones son de acceso público. Hardware Abierto permite que cualquier persona estudie, modifique y comparta. Hardware Abierto incluye la plataforma Arduino usada en el proyecto.

Microcontrolador: Microcontrolador es un pequeño circuito integrado programable que actúa como el cerebro de un dispositivo electrónico. En esta obra, un microcontrolador Arduino controla el comportamiento de los LEDs estroboscópicos.

Microorganismo (o Microbio): Microorganismo es un organismo vivo que es demasiado pequeño para ser visto a simple vista, como bacterias, hongos, virus y protozoos. Microorganismo también se llama Microbio.

Nano cables Microbianos Nano cables Microbianos son estructuras filamentosas y proteicas que algunas bacterias, como Geobacter, poseen en su superficie.

Neuro electricidad: Fenómeno eléctrico fundamental para el funcionamiento del sistema nervioso, que consiste en la generación y transmisión de impulsos eléctricos (potenciales de acción) a través de las neuronas para comunicar información.

Red Sináptica: Conjunto de conexiones (sinapsis) entre las neuronas que permiten la transmisión de señales eléctricas. Es la base de la comunicación y el procesamiento de información en el cerebro.

Sustrato (en Microbiología): Medio o superficie sobre la cual crecen y se desarrollan los microorganismos. En este proyecto, el "sustrato de agar" es el medio de cultivo que proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento bacteriano.

Transferencia Extracelular de Electrones (EET): Proceso por el cual ciertos microorganismos (bacterias electroactivas) pueden transferir electrones generados en el exterior de la célula.

Bibliografía

Alados, José Carlos. (2014). Seguridad en el laboratorio de microbiología clínica. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC).

Aldworth, Sarah. (2012). Anatomía del retrato: Visualizar el yo a través de la neuroimagen. The Lancet, 379(9818), 800–801.

American Society for Microbiology. (2015, 19 de noviembre). ASM's Agar Art contest reveals the beauty of microbes. https://asm.org/Events/Agar-Art-Contest/Previous-Winners/2015

Duarte, Alejandra. (2019, 14 de mayo). Pintar con bacterias: Cuando la ciencia y el arte se encuentran. Ciencia Abierta.

Dumitriu, Anna. (2018). Bioarte y paisaje clínico: Estética microbiana en el arte contemporáneo. Leonardo, 51(3), 245–251.

Gacto, Mariano. (2014, 9 de diciembre). Los microrganismos y el arte. Academia.edu. https://www.academia.edu/8563386/Los_microrganismos_y_el_arte

Herdoiza, María. (2020, 10 de septiembre). El arte microbiano: Intersección entre biología y creación plástica. Arte y Ciencia.

Kac, Eduardo. (2007). Signs of life: Bio art and beyond. MIT Press.

Kurniawaty, Yulia y Kalanjati, Viskasari Pintoko. (2016). Mekanisme gangguan neurologi pada epilepsi. Biomolecular and Health Science Journal, 1(1), 20–25.

Lovley, Derek R. (2012). Electromicrobiología. Annual Review of Microbiology, 66(1), 391–409. https://doi.org/10.1146/annurev-micro-092611-150104

Malvankar, Nikhil S., Vargas, Madeline, Nevin, Kelly P., Franks, Ashley E., Leang, Ching, Kim, Byoung Chan y Lovley, Derek R. (2011). Conductividad de tipo metálico ajustable en redes de nanohilos microbianos. Nature Nanotechnology, 6(9), 573–579. https://doi.org/10.1038/nnano.2011.119

Matewecki, Natalia. (2010). El bioarte y los problemas de su definición. Arte e Investigación, (7), 34–37. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/39503

Mendoza, Ricardo. (2018). Soportes microbiológicos y elementos del lenguaje visual en la práctica artística contemporánea. Editorial Académica.

Pozo, Santiago. (2021, 22 de marzo). Bioseguridad y límites del arte bacteriano en el espacio taller. Divulgación Científica y Artística.

Prindle, Arthur, Liu, Jintao, Asally, Munehiro, Ly, Sen, Garcia-Ojalvo, Jordi y Süel, Gürol M. (2015). Los canales iónicos permiten la comunicación eléctrica en las comunidades bacterianas. Nature, 527(7576), 59–63. https://doi.org/10.1038/nature15709

Punín, María Gabriela. (2016). El bioarte en el Ecuador: Microrganismos como soporte y lenguaje en las artes visuales contemporáneas. Ñawi: Arte y Diseño, 1(1), 45–58.

Reguera, Gemma, McCarthy, Kevin D., Mehta, Teena, Nicoll, Julie S., Tuominen, Mark T. y Lovley, Derek R. (2005). Transferencia extracelular de electrones a través de nanocables microbiales. Nature, 435(7045), 1098–1101. https://doi.org/10.1038/nature03661

Rojas Navarro, Lisbeth. (2020). Agar Art. Revista de Divulgación Científica iBIO, 2(1), 15–17. https://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/3

Shanken, Edward A. (2009). Arte y medios electrónicos. Phaidon Press.

Stafstrom, Carl E. y Carmant, Lionel. (2015). Convulsiones y epilepsia: Una visión general para neurocientíficos y clínicos. Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine, 5(6), Article a022426. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a022426

Sullivan, Graeme. (2010). Art practice as research: Inquiry in visual arts (2nd ed.). SAGE Publications.

Wang, Shuai, Li, Hao, Han, Wei y Feng, Yujie. (2025). Mecanismos moleculares de la transferencia extracelular de electrones en microrganismos electroactivos. ACS ES&T Water, 5(1), 112–125. https://doi.org/10.1021/acsestwater.5c00865

Anexos

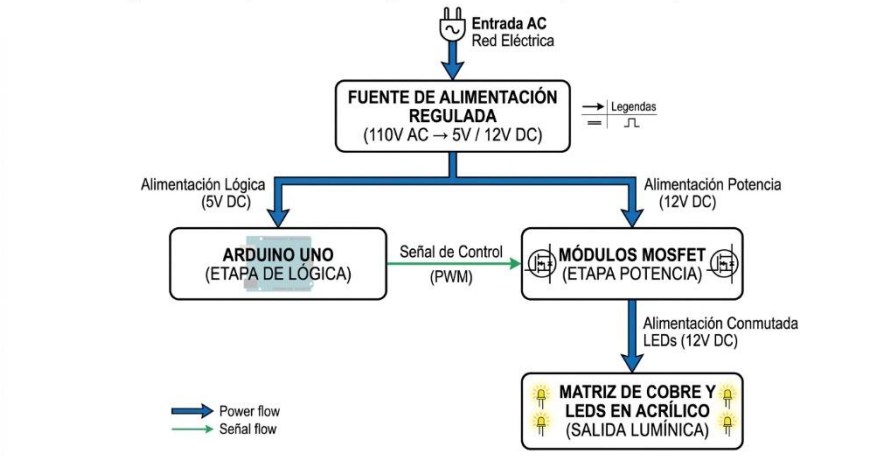
Anexo 01: Diagrama Técnico y Esquema del Sistema Electrónico de Control

A.1.1 Especificaciones de Hardware y Lista de Materiales (BOM)

Componente	Modelo / Especificación	Cantidad	Función en la obra
Microcontrolador	Arduino Uno Rev3 (Atmega328P)	1	Procesamiento y generación de secuencias no lineales
Driver de potencia	Módulo MOSFET N-Channel (IRF520)	3	Conmutación de alta velocidad para canales LED
Emisores lumínicos	LEDs de alta intensidad ($5\ mm$, blanco frío, $3.2V$)	12	Puntos de descarga estroboscópica y nodos sinápticos
Resistencias	$220\Omega\left(\frac{1}{4}W\right) - 10k\Omega(1/4\ W)$	$12/3$	Limitación de corriente en LEDs y pulldown en MOSFETs
Fuente de poder	Transformador regulado $110V\ AC \rightarrow 5V/$ $12V\ DC(2A)$	1	Alimentación general del sistema
Estructura conductora	Alambre de cobre esmaltado $1.2\ mm\ y\ 0.8\ mm$	$15\ m$	Bus de distribución eléctrica y matriz plástica
Protección	Placa perforada PCB / Tubo termo contráctil	$\frac{1}{2}\ m$	Aislamiento de nodos de soldadura e interfaz posterior

A.1.2 Diagrama de Bloques del Sistema

Anexo A.2: Diagrama de Bloques del Sistema (Basado en la descripción técnica)



A.1.3 Mapa de Conexiones y Distribución de Pines (Pinout)

Pin D3 (PWM): Salida Canal A – Control de destellos estroboscópicos de alta frecuencia (Nodos centrales de paroxismo neuronal).

Pin D5 (PWM): Salida Canal B – Control de fluctuaciones de intensidad progresiva (Zonas de transición bioeléctrica).

Pin D6 (PWM): Salida Canal C – Control de pulsos de fondo de baja frecuencia (Lapsos de latencia y silencio sináptico).

GND: Tierra común unificada entre el microcontrolador Arduino, los módulos MOSFET y la fuente de alimentación externa.

VIN / 5V: Entrada de alimentación regulada para el microcontrolador.

A.4 Código Fuente del Microcontrolador (Arduino Sketch)

C++

```
/*
 ============================================================================
 OBRA: Identidad Suspendida (2026)
 AUTOR: [Nombre del Autor]
 DESCRIPCIÓN: Control de secuencias estroboscópicas no lineales para
         representación de interrupción del flujo sináptico.
 PLATAFORMA: Arduino Uno (ATmega328P)
 ============================================================================
*/

// Definición de pines de salida PWM
const int CANAL_PAROXISMO  = 3; // Canal A: Estroboscópico de alta frecuencia
const int CANAL_TRANSICION = 5; // Canal B: Fluctuaciones moduladas
const int CANAL_SILENCIO   = 6; // Canal C: Ráfagas de fondo

void setup() {
 pinMode(CANAL_PAROXISMO, OUTPUT);
 pinMode(CANAL_TRANSICION, OUTPUT);
 pinMode(CANAL_SILENCIO, OUTPUT);

 // Inicialización de semilla aleatoria a partir de lectura analógica flotante
 randomSeed(analogRead(0));
}

void loop() {
 int estadoFase = random(0, 100);

 // FASE 1: DESCARGA PAROXÍSTICA (30% de probabilidad)
 // Simula la hipersincronización y descarga neuroeléctrica abrupta
 if (estadoFase < 30) {
  int ráfagas = random(10, 35);
  for (int i = 0; i < ráfagas; i++) {
   digitalWrite(CANAL_PAROXISMO, HIGH);
   analogWrite(CANAL_TRANSICION, random(180, 255));
   delay(random(10, 45)); // Destellos rápidos de luz estroboscópica

   digitalWrite(CANAL_PAROXISMO, LOW);
   analogWrite(CANAL_TRANSICION, 0);
   delay(random(15, 60));
  }
 }

 // FASE 2: SILENCIO Y SUSPENSIÓN (50% de probabilidad)
 // Simula el vacío sensorial, la pérdida de conciencia y la pausa sináptica
 else if (estadoFase >= 30 && estadoFase < 80) {
  digitalWrite(CANAL_PAROXISMO, LOW);
```

```
  analogWrite(CANAL_TRANSICION, 0);

  // Atenuación casi imperceptible en el canal de silencio
  for (int luz = 40; luz >= 0; luz--) {
    analogWrite(CANAL_SILENCIO, luz);
    delay(30);
  }
  delay(random(1500, 4500)); // Latencia variable en penumbra
 }

 // FASE 3: REORGANIZACIÓN BIOELÉCTRICA (20% de probabilidad)
 // Recrea el flujo paulatino de microcorrientes en reconexión
 else {
  for (int luz = 0; luz <= 200; luz += 5) {
    analogWrite(CANAL_TRANSICION, luz);
    analogWrite(CANAL_SILENCIO, luz / 2);
    delay(20);
  }
  for (int luz = 200; luz >= 0; luz -= 5) {
    analogWrite(CANAL_TRANSICION, luz);
    analogWrite(CANAL_SILENCIO, luz / 2);
    delay(20);
  }
 }
}
```

Anexo 02: Recopilación fotográfica

