

Bioarte para la educación. Propuesta metodológica para educación escolar y universitaria

Bioart for education: Methodological proposal for school and university education

Diego Bernaschina

Investigador independiente, Chile

diego_artista@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0002-3317-8580>

Sugerencias para citar este artículo:

Bernaschina, Diego (2023). «Bioarte para la educación: propuesta metodológica para educación escolar y universitaria», *Tercio Creciente*, (extra6), (pp. 123-142), <https://dx.doi.org/10.17561/rtc.extra7.7069>

Recibido: 11/04/2022

Revisado: 24/06/2022

Aceptado: 27/03/2023

Publicado: 30/11/2023

Resumen

El presente artículo es parte del enfoque metodológico para crear y reformular las herramientas didácticas mediante el uso de la asignatura transdisciplinaria como el bioarte, dependiendo de la formación docente y de la práctica educativa en diferentes niveles de la educación universal. El objetivo principal es crear un enfoque educativo con el fin de profundizar en los roles docentes, y sus conocimientos relacionados con el arte, la ciencia, la tecnología y la biología en el sistema educativo en general. La metodología transdisciplinaria se basó en el estudio documental para indagar en varios temas, tales la creación de obras con organismos vivos, utilizando el bioarte como herramienta en la educación escolar y superior. Algunas propuestas para reformular la metodología a través de un análisis preliminar y los roles docentes en la formación y desarrollo de la enseñanza en todos los niveles del sistema educativo. En conclusión, existe una orientación metodológica en ambos sistemas educativos que busca crear herramientas didácticas, afrontando el uso de material reciclado mediante el respeto del medio ambiente, también el uso del programa de alfabetización digital, tal como la tecnología educativa, y para obtener la mayor influencia del bioarte. .

Palabras clave: bioarte, tecnociencia, educación, arte, didáctica.

Abstract

This paper is part of the methodological approach to create and reformulate didactic tools through the use of transdisciplinary subject such as bioart, depending on teacher training and educational practice at different levels of universal education. The main goal is to create an educational approach in order to deepen the teaching roles, and their knowledge related to art, science, technology and biology in the educational system in general. The transdisciplinary methodology was based on the documentary study to investigate various topics, such as the creation of works with living organisms, using bioart as a tool in school and higher education. Some proposals to reformulate the methodology through a preliminary analysis and the teaching roles in the formation and development of teaching at all levels of the educational system. In conclusion, there is a methodological orientation in both educational systems that seeks to create didactic tools, facing the use of recycled material through respect for the environment, also the use of the digital literacy program, such as educational technology, and to obtain the greatest influence of bioart.

Keywords: Bioart, Technoscience, Education, Art, Didactic.

1. Introducción

La especialización educativa se ha llevado al desarrollo de numerosos autores para indagar el género bioartístico, y la unificación a través de instrumento transdisciplinario, dependiendo de las características relacionadas con la pedagogía conceptual, y la producción del conocimiento de la cultura botánica, la tecnología y los seres vivos, y por supuesto, el arte y la ciencia (Motta, 2002; Pérez Luna, Alfonso Moya y Curcu Colón, 2013; Stubrin, 2013, 2014). La articulación educativa consiste en generar conocimiento de una nueva búsqueda de experiencias y saberes pedagógicos del bioarte. Se trata de un modelo educativo que surge de un proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación estudiantil, haciendo hincapié la experimentación, la reacción, la creatividad y el objeto artístico-tecnológico.

Esta complejidad de la interacción educativa del bioarte, resulta indispensable analizar la calidad docente, es decir, la práctica educativa se conecta con el papel de la enseñanza para facilitar el aprendizaje de estudiantes, por supuesto, el plan de estudio sobre el conocimiento de varias disciplinas, la gestión y la orientación del aula para resolver los problemas y el desarrollo de estudiantes, y la ética profesional dentro del sistema educativo universal. Es importante para valorizar la motivación docente y la conexión entre el bioarte y la exploración con el uso de herramientas didácticas. Sin embargo, es posible determinar los criterios de conocimientos y conceptos de educación para enriquecer los y las estudiantes en distintos niveles de aprendizaje. Algunas de estas tres definiciones más frecuentemente del bioarte.

En la primera definición se constituye en una combinación poderosa a través del estudio experimental como la biotecnología, la genética y otras especies de la ciencia como la creación y la producción de obras artísticas; es muy frecuentemente en el uso de la tecnología desde las bases genéticas, así como el bioarte se relaciona con la teoría y la práctica enigmática dentro del arte contemporáneo para generar las nuevas herramientas emergentes como los procesos biológicos —biotecnología e ingeniería en biotecnología molecular (equivale a la ingeniería genética y biomedicina)—, dependiendo de la utilización de concepto de materia orgánica —célula, tejido, orgánico, plantas, mamíferos, etc.—, o material biológico —enzimas, levaduras, ADN, bacterias, carne, etc.—, buscando y creando un nuevo espacio de diálogo y reflexivo entre la ciencia y el arte; posible enfocar la reflexión sobre temas relacionados con la vida, los seres vivos, la ecología y la tecnología a través de obras creativas de artes visuales y artes mediales que involucran las diversas acciones del desarrollo experimental de organismos vivos, por supuesto, los materiales biológicos para generar el nuevo interrogante a través de la ética y su significado de la vida biológica (Benítez, 2009; Benítez Valero, 2013; Geymonat, 2019; López del Rincón, 2015; Matewecki, 2010; Medina, 2007; Mitchell, 2015; Terranova, 2016).

Aunque existe una similitud de arte transgénico y arte genético para obtener una variedad de teórica-práctica que involucra los materiales biológicos-tecnológicos, y por supuesto, los seres vivos a través de la manipulación genética. Es posible comprender en algunas reflexiones desde la bioética sociobiológica para poder esquematizar la complejidad de herramientas tecnológicas, por supuesto, el gran debate de dicha corriente artística a través de la naturaleza biológica y la manipulación genética (Sarriugarte Gomez, 2020).

En la segunda definición, se vincula directamente con la ética y la provocación de la crítica del arte transgénico para indagar las cuestiones complejas a través de la desfragmentación artística. Existe la capacidad transformadora del bioarte en varios conceptos propios del proyecto artístico-tecnológico para desarrollar los grandes planteamientos a través de la manipulación de otras especies, tanto de la naturaleza humana como la naturaleza de los seres vivos; por otro lado, existe una variación del bioarte como elementos subgéneros de arte transgénico (o arte genético), arte biológico y arte táctico biopolítico frente de la discusión (o del debate) para cuestionar la ética, la moral, la estética, la ecología, la religión o la política a través de la producción biotecnología con fines artísticos y tecnológicos de artefacto, robótico o tecnológico, y otras especies para analizar y asegurar con el mantenimiento de los organismos de los seres vivos (Albelda y Pisano, 2014; Matewecki, 2011, 2014).

Muy difícil desarrollar la creatividad transformadora y la actividad genética en obras de arte contemporáneo hacia una formación científica y técnica en biología e ingeniería. Además, existe una desconexión del bioarte en relación al impacto de las acciones humanas y su moralidad; es decir, en tal sentido, se podría afectar negativamente la confianza del público en la ciencia y la ética, dependiendo de la sensibilidad, o la especie perjudicial, y evitando la desconexión sobre el divorcio entre el arte y la vida

social, lo que se dificulta la popularización del bioarte; por lo tanto, es posible analizar y generar una reconexión entre el arte y la ciencia para fomentar una mayor comprensión (y apreciación) en el bioarte (Fernández Sánchez y Garrido Arroyo, 2015; Kac, 2010; López del Rincón, 2015; Massara, 2013; Papich, 2020; Riboulet, 2013; Sontag, 2020; Valverde Berrocoso, Vich Álvarez, 2022; Wong-Paz et al., 2011).

Y en la tercera y la última definición sobre la reflexión desde el proyecto de bioarte. A lo largo de los años han utilizados diversos materiales y métodos para crear obras de arte y ciencia, con el fin de generar las futuras prácticas de la enseñanza transdisciplinaria, es decir, se busca ampliar el proceso artístico-tecnológico mediante la experiencia estética y las dos ramas de arte y ciencia, dependiendo de las distintas visiones en el desarrollo educativo, así como los materiales orgánicos y los seres vivos para estrechar los vínculos de bioarte hacia una reflexión crítica desde la ética, por supuesto, por el contexto histórico-artístico (Geymonat, 2019; López del Rincón, 2014; Punín Burneo, Maldonado Mena y Cuenca Jiménez, 2021).

En esta virtud del bioarte se radica en su capacidad de incorporar con el proceso creativo, dependiendo de las distintas propuestas metodológicas innovadoras en el sistema educativo. Asimismo, esto se refleja la vida de los seres vivos y sus entornos ambientales para nutrir las nuevas herramientas transdisciplinarias, y las nuevas experiencias vitales que promueven el pensamiento ético, por supuesto, la experimentación compleja y la controversia de obra de bioarte. Sin embargo, para Benítez (2009), “la nueva relación teórico-práctica entre las artes plásticas-visuales y las nuevas técnicas emergentes en biotecnología, es decir, se entienden como proyectos de Bioarte aquellos que utilizan técnicas y conceptos de la biotecnología aplicados a creaciones artísticas” (párr. 2). Esta práctica transdisciplinaria que une la técnica y el concepto de biotecnología en la creación artística para incorporar y fomentar el sistema educativo universal.

Es importante contribuir la comprensión del bioarte y su relación con la implementación educativa para obtener la incorporación de esas metodologías complementarias en artes mediales, ciencias sociales y nuevas tecnologías, dependiendo del desarrollo de las materias vinculadas de biotecnología y arte contemporáneo para apoyar y mejorar las herramientas del sistema educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para docentes de nivel escolar como para docentes de nivel superior (Bernaschina, 2018, 2020, 2021a, 2021b; Rivarosa, García y Moroni, 2004).

Difícilmente analizar la respuesta sobre el acercamiento de bioarte tanto para la educación escolar como para la educación universitario. Es imposible o posible conocer los grandes cambios sobre la propuesta metodológica del sistema educativo para indagar y explorar los procesos de formación de saberes pedagógicos en diversas disciplinas, y por supuesto, el uso de implementación sobre la teoría y la práctica de enseñanza-aprendizaje dentro del sistema educativo en general.

Esos instrumentos tanto del sistema creativo como de la sensibilidad ambiental que contribuyen al desarrollo biológico y la expresión artística, así como las estrategias didácticas e investigativas, especialmente para docentes en diferentes ámbitos de entornos sociales y tecnológicos (Herrera Pérez, 2015; Jui González, 2020). Así la referencia de la

obra de arte ambiental, tanto los elementos botánicos y los seres vivos como el recurso artístico contemporáneo para introducir y crear las nuevas estructuras curriculares del sistema educativo en general (Gamella González, 2015; Santacruz Tarjuelo, 2016).

El objetivo principal es crear un enfoque educativo con el fin de profundizar en los roles docentes, y sus conocimientos relacionados con el arte, la ciencia, la tecnología y la biología en el sistema educativo en general. La mayor importancia es mejorar la articulación a través de los conocimientos estratégicos y los conceptos epistemológicos basados en el bioarte para el futuro de estudiante en diferente nivel de aprendizaje o del plan de estudio asociado al sistema educativo universal.

2. Método

La metodología transdisciplinaria se basó en el estudio documental para indagar en varios temas, tales la creación de obras con organismos vivos, utilizando el bioarte como herramienta en la educación escolar y superior. Según las bases de estudio educativo para generar en diferentes contextos y saberes con el fin de mejorar la enseñanza y el aprendizaje del bioarte.

A esa aproximación se discutió en la vinculación transdisciplinaria para solucionar la complejidad y los problemas, tanto de la teoría como la práctica de ciencia, arte y tecnología, posibilitando la formación docente del sistema escolar y del sistema superior universitario a través de la implementación de metodologías adecuada (Burón et al. 2008; Foladori, 2002; García, 2009; Miguel Díaz, 2005; Ojeda Cortes y Luna, 2019; Romero Acuña y Vaderrama Leongómez, 2021).

3. Propuesta y reformulación metodológica

3.1. Análisis preliminar

La creación de bioarte ha llevado a la unificación de arte y ciencia desde un método educativo transdisciplinario, gracias a las experiencias innovadoras y polémicas de obras de sus precursores de bioartistas de Eduardo Kac y Stelios “Stelarc” Arcadiou, Marta de Menezes, y otros; y fueron difíciles de interpretar la especialidad del bioarte como el comportamiento genético de animales, plantas y cuerpos humanos (De Menezes, s.f.; Esparza, s.f.; Hutchison, 2017; Kac, s.f., 2010; Oulton, s.f.; Stelarc, s.f.; Wikipedia contributors, 2022, 2023; Yetisen et al., 2015).

Recapitulando el concepto de bioarte para generar las nuevas experiencias artísticas, dependiendo de las ideas y propuestas. Para Oulton (s.f.), se clasifican en diversos contextos históricos-bioartísticos:

- a) El bioarte como nueva forma de expresión artística por base la creación de obras vivas, a través de la manipulación de procesos biomoleculares o de la generación de nuevas formas de vidas.
- b) Busca concientizar sobre el cuidado del medio ambiente, es decir, replantear la mirada sobre el hábitat y la relación con otras especies para compartir y

explorar las capacidades del ser humano más allá de sus límites físicos, por supuesto, el uso de las tecnologías, evidenciando el contexto histórico, social y ético de la humanidad.

c) Es un movimiento global con artistas y teóricos referentes de todas las especies mundialmente.

Esta clasificación de ABC del bioarte se discute en algunos conceptos educativos para analizar la creatividad, la ambientalidad y la culturalidad sobre la influencia, tal como el pensamiento mecánico y el mundo contemporáneo del arte. Existe el reconocimiento de la crisis ecológica de tecnogénesis para cuestionar el concepto de bioarte, y la crítica de la creación de obras de arte transgénico, por supuesto la vitalidad de los nuevos medios (Chacón Araya, 2005; Elsarraff, 2022; Jagodzinski, 2020; Parra Lora, 2012). La producción de la tecnología, tanto para el arte como la ciencia se fusiona en el campo de laboratorio de biotecnología artística, generando el espacio potencial para el futuro de estudio de educación superior. La creación de obras de bioarte es sorprendentemente, pero las valoraciones artísticas son complejas como el efecto de las advertencias explícitas y prácticas sensibles, especialmente para estudiantes menores que se dificultan las grandes propuestas de actividades escolares.

Por ejemplo, una corriente que investiga estéticamente los trabajos en el laboratorio para formar más significativo en la enseñanza y sus implicaciones didácticas a través de un enfoque curricular; sin embargo, ese trabajo se identifica el valor y la nueva posibilidad en la formación docente, tanto la experiencia personal como la experiencia profesional dentro del sistema educativo universal, apoyando la enseñanza complementaria (Díaz Matajira, 2014; Geymonat, 2019; Giraldo Gil, 2009; Matray y Knorr, 1980; Oulton, s.f.; Roa Acosta, González-Galli y Valbuena Ussa, 2019).

Estas implicaciones también se reflejan en el desempeño docente, combinando las habilidades y las cualidades para incorporar la teoría curricular en un enfoque transdisciplinario y, así pues, para mejorar la experiencia educativa.

3.2. Sobre los roles

Es importante resaltar el papel fundamental de las personas docentes en la práctica educativa, a través de sus diversas funciones y responsabilidades para desempeñar en la formación y desarrollo de la enseñanza en todos los niveles del sistema educativo. Para ello, es posible destacar que algunos componentes de los roles en la práctica educativa para subrayar las características particulares, es decir, cada docente es capaz de asumir la responsabilidad de crear proyecto educativo relacionado con el bioarte, dependiendo de la planificación estratégica y la materia didáctica con el fin de contribuir el desarrollo basado en el conocimiento de habilidades creativas y experimentales dentro de la enseñanza, y la participación de “biotecnología en el aula” (Cabo et al., 2005; Espinel Barrero, 2015; Occelli, 2011, 2013a, 2013b; Occelli, García Romano y Valeiras, 2018;

Occelli, Vilar y Valeiras, 2011; Rengifo, Fariña de Lander y Cabrera de Reyes, 2009; Varo González, 2018), así como el pensamiento creativo en estas ramas de conocimiento de arte ecológico (o arte ambiental) y arte tecnológico (o artes mediales) para profundizar el trabajo de bioarte.

A continuación, algunos de los roles docentes en la metodología transdisciplinaria del bioarte se incluye en diferentes tipos de la educación para incentivar la creatividad, la formación profesional y la estrategia del aula. Sin embargo, existen dos tipos de roles fundamentales para la educación en general, optimizando los diferentes métodos del bioarte (Tabla 1 y 2).

Crterios	Escolar	Superior
Áreas / Materias	Educación preescolar: Lenguajes artísticos y exploración del entorno natural Educación primaria: Artes visuales, ciencias naturales y tecnología Educación secundaria: Artes (audio)visuales / multimediales, biología (de los ecosistemas), tecnología y filosofía / estética	Arte biotecnología (en conjunto de ingeniería en biotecnología y artes de los nuevos medios). También, en diferentes áreas de ingeniería en robótica, biónica, bioinformática y otros.
Nivel de capacidad	No exigente	Exigente
Horas de clases	1-2 horas	4 horas
Espacio del aula	Sala / Taller (dentro del establecimiento educacional)	Laboratorio universitario (con equipamiento avanzado y tecnología de la última generación)

Tabla 1. Roles docentes para la educación del bioarte. Fuente: elaboración propia.

Tipos de roles	Cacteristicas	Autores
Rol de educación escolar	El bioarte se relaciona con la biología y las TIC en cuanto a la integración del sistema educativo para la enseñanza de las ciencias y la tecnología, así como en la materia de tecnología artística (o arte tecnológico) y el arte de los nuevos medios.	(López García y Morcillo Ortega, 2007)
Rol de educación superior	El bioarte se relaciona con la ingeniería en biotecnología y se considera una obra artística compleja. Sin embargo, la intersección entre arte, biología y tecnología puede resultar abrumadora y se manifiesta de diversas maneras, como en el arte relacionado con los seres humanos, los mamíferos y las plantas. Es difícil experimentar con la materialidad en relación con cuestiones como el arte digital, el arte genético y transgénico, el arte biónico y el arte de la vida artificial.	(Benítez Valero, 2013; Gamella, 2015; López del Rincón, 2015; Morales Toscano, 2017; Rodríguez, 2016; Santacruz Tarjuelo, 2016)

Tabla 2. Características de roles docentes para la educación del bioarte. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, existe la evidencia, tanto del aprendizaje significativo como de la práctica innovadora para estudiantes, reforzando la estrategia didáctica de varias ramas de bioarte (Álvarez Álvarez, 2012; Cuellar Guzmán, 2020). No es fácil de planificar la didáctica de bioarte para incorporar la biotecnología, dependiendo de los roles docentes de las ciencias experimentales y la tecnología artística. Sin embargo, la biotecnología se puede variar en el estudio de la microbiología, la física, la química, y otra disciplina de la enseñanza de esa tecnociencia. Es importante hacer hincapié para el futuro de estudiantes, brindándoles a esas herramientas innovadoras o creativamente en el aprendizaje autónomo. También, es posible mejorar la estrategia de la enseñanza, dependiendo de los roles docentes dentro de la metodología transdisciplinaria. Por ello, se hace necesario profundizar en el debate didáctico, por supuesto, en las bases económicas, culturales y sociales dentro del sistema educativo universal.

De acuerdo con la metodología transdisciplinaria, que surge la necesidad de crear la integración con el arte, la biología, la tecnología y la ciencia para mejorar la comprensión por parte de estudiantes en diferentes niveles educativos. Por ejemplo, se presenta una pequeña evidencia sobre la metodología transdisciplinaria en ambos sistemas educativos: Sobre la posibilidad planteada de implementar el bioarte como parte de una metodología particular surgió, pensando en la apertura a prácticas contemporáneas que promueve la institución, incorporar contenidos de enseñanza y de aprendizaje referidos al bioarte tanto en los aspectos conceptuales de la órbita de las ciencias y de las artes como en la producción integrada (Geymonat, 2019, p. 2).

Esta propuesta se busca incorporar los contenidos relacionados con el bioarte, tanto en los aspectos conceptuales de la enseñanza (sobre la teoría del aprendizaje, los modelos pedagógicos, los materiales didácticos y el aprendizaje de estudiantes) como en la producción integrada de la biotecnología artística (sobre los proyectos de obras artísticas y la expresión crítica como la estética). Tomando en cuenta sólo existe la necesidad de proponer una conexión en ambas disciplinas del trabajo artístico y educativo mediante el pensamiento crítico. Según Terranova (2016), el espacio educativo sobre la práctica del bioarte, así como una cuestión de *bildung*; este término que se traduce en inglés simplemente como «educación», pero también en alemán de «dar forma», «capacitar», «crecer», «cultura», «maduración» y «educación humana»; posibilitando las dos áreas — se incluyen con la ciencia y el arte—, así como el espacio de la praxis o unidad educativa que se difunde el conocimiento sobre la conciencia crítica; esto se permite expandir el bioarte a través de la inspiración y la curiosidad sobre los materiales y sus medios para configurar los procesos conceptuales; además existe una variedad de señales artísticas (iluminación, color, instalación, sonido, tacto, interactividad y experimentación estética general) sobre el lenguaje bioartístico y la alfabetización de tecnociencia para fusionar el trabajo cultural del arte con la biotecnología de la vanguardia.

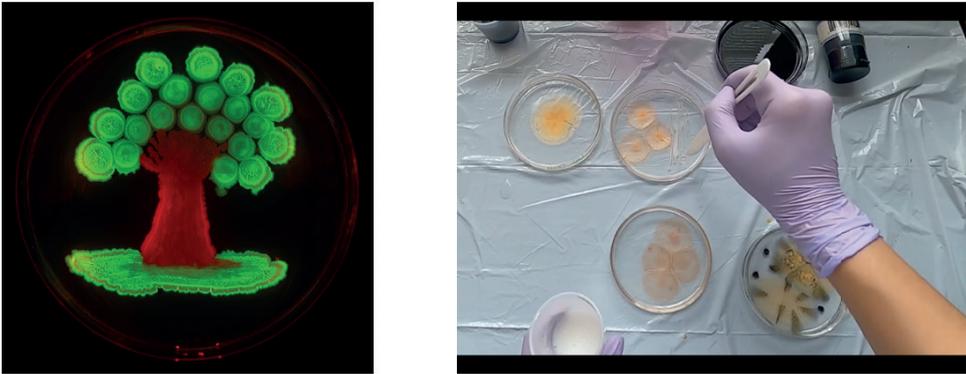
4. Discusiones

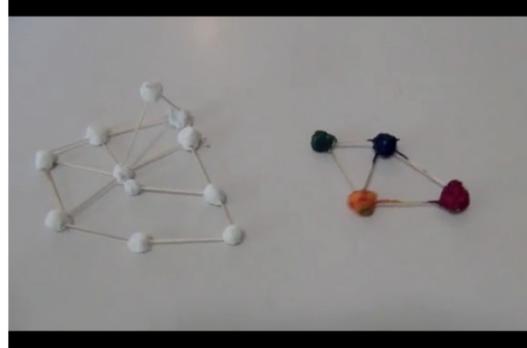
Aunque es posible de ser utilizado en obras de bioarte para potenciar los roles docentes, y las nuevas herramientas didácticas dentro del aula. Por tanto, esta temática se constituye la experiencia docente más amplia para reformular los nuevos instrumentos didácticos o propuestas educativas relacionadas con la biotecnología en diferentes niveles de la educación universal.

Sin embargo, para democratizar la ciencia desde el bioarte tanto para la sensibilidad para estudiantes escolares como el resultado de la formación profesional para estudiantes superiores, dependiendo de los roles dentro del sistema educativo (Jui González, 2020, Vich Álvarez, 2022). No todas las herramientas didácticas para beneficiar la creatividad y la calidad de la enseñanza, sino que también, se utiliza el pensamiento crítico, y el desarrollo de competencia argumentativa mediante la integración de la ética y la optimización educativa para generar y mejorar el rendimiento académico en diferentes niveles de la educación escolar y la educación superior.

Algunos ejemplos de las categorías del bioarte para la educación escolar y el otro de las categorías para la educación superior (Tabla 3 y 4). Ambas tablas se reflejan la variación de tipo de proyecto del bioarte, la breve descripción y las figuras. En cada figura horizontal, en la izquierda que corresponde a la muestra de imagen, y en la derecha que corresponde a la muestra de video.

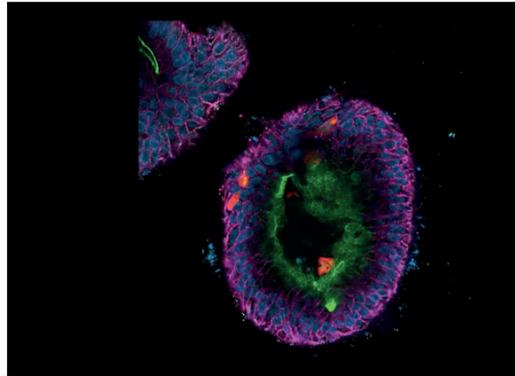
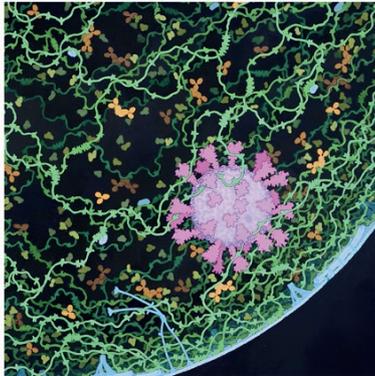
Tabla 3. Categorías del bioarte para la educación escolar

T	Agar Art
D	La nueva unidad de microbiología desarrolla las habilidades de laboratorio y los conocimientos de fondo de los [y las] estudiantes [de la educación secundaria] antes de culminar en un proyecto final creativo e inusual: los estudiantes tienen que diseñar una pieza viva de "arte de agar" que muestre lo que han aprendido.
	
T	Modelado molecular
D	Los estudiantes que tienen problemas para captar la información al ritmo de los demás en las aulas pueden hacer uso de modelos moleculares para comprender mejor. Pueden tomarse su tiempo y aprender gradualmente los temas junto con sus compañeros de clase. Los profesores deben desarrollar nuevos enfoques para enseñarlo, como adaptar las estrategias de enseñanza basadas en el modelo conceptual, el uso de modelos concretos y el uso de herramientas tecnológicas.



T Arte ilumina

D Estas visualizaciones científicas han encontrado su camino en las aulas, ya que las escuelas de K-12 [educación infantil y primaria] añaden fotografías y vídeos científicos a los planes de lecciones.

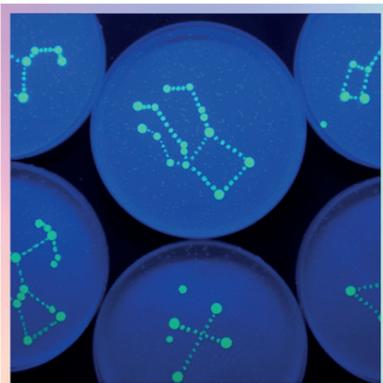


Nota: T: Tipo; D: Descripción (citas originales). Fuente: Boon (2014), Christine Liu Art (2020), Curran (2021a, 2021b), FASEB (2021), Liyah's World (2016), Lontok (2019), *The Importance of Molecular Set in Schools* (s.f.), Tsang (2019).

Tabla 4. Categorías del bioarte para la educación superior

T Agar Art

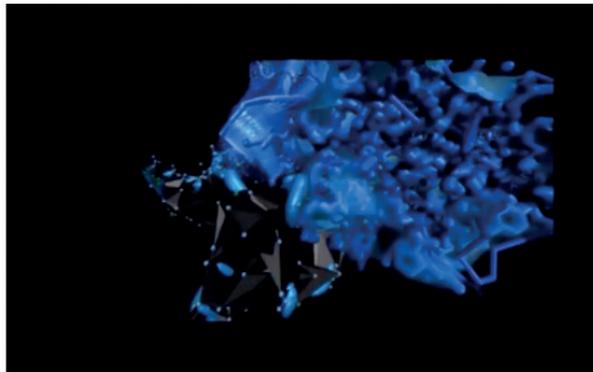
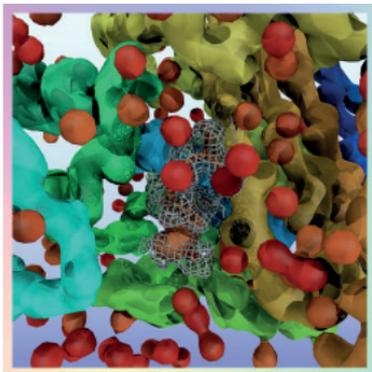
D Es el arte creado a partir del cultivo de microorganismos en placas de Petri que son utilizadas como lienzos. Imágenes efímeras, formadas por bacterias intervenidas biotecnológicamente con modificaciones genéticas, que revelan paletas de colores imposibles en lienzos ínfimos.



T Modelado molecular

Es el género artístico que utiliza aquella parte de la realidad que no es perceptible por los sentidos, puntualmente por el de la vista, dentro del campo de las artes visuales. En el caso de estas obras,

- D que se presentan dentro de la disciplina de la escultura digital, el objeto se construye sobre la base de biomoléculas, cuyo campo visual es menor a la distancia entre fotones. Por tal motivo, solo pueden ser percibidas gracias a la tecnología de la microscopía electrónica, la difracción de rayos X y el soporte computacional gráfico, que permite que sean reconstruidas en la virtualidad.



T Biosonificación y biosensado

Estamos inmersos en un planeta repleto de recursos y coexistimos en él con otros seres. Ellos también se comunican, pero lo hacen de maneras que el espectro sensorial humano no puede percibir. La biosonificación busca traducir esas comunicaciones a medios reconocibles para el ser humano.

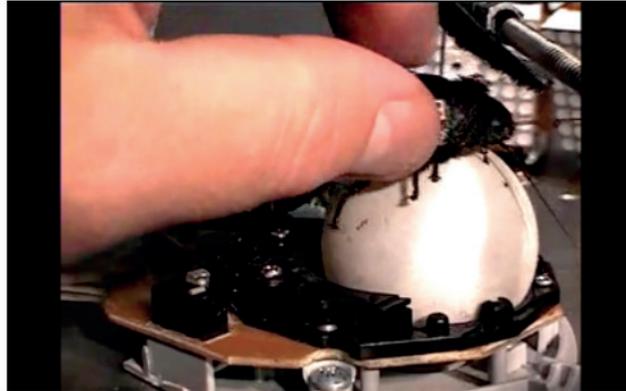
- D En el caso del biosensado, los artistas realizan exploraciones especulativas de la respuesta de las plantas ante estímulos de la naturaleza o de las modificaciones a esta introducidas por el ser humano. Ambas especialidades buscan dar lugar a nuevas formas de coexistencia entre humanos y no humanos.



T Biorrobótica y biomateriales

La biorrobótica es la rama de la robótica que se mezcla con la biología para desarrollar sistemas con características biológicas. Cubre varios aspectos, como la creación de prótesis para gente que ha sufrido amputaciones, el trasplante de órganos creados mediante una combinación de células madre y biorrobótica, o el diseño de robots basados en animales, que pueden ser utilizados para buscar supervivientes en edificios derrumbados.

- D Por su lado, los biomateriales son materiales biofabricados, producidos por células vivas y microorganismos como bacterias, levaduras y hongos. Algunos de ellos ya están en la naturaleza y tienen años de evolución biológica. Los artistas se valen de la biodiversidad para poder replicar aquellos procesos biológicos que les permiten optimizar la producción de ciertos biomateriales en el laboratorio.



Nota: T: Tipo; D: Descripción (citas originales). Fuente: American Society for Microbiology (2017), Garnet Hertz (2008), Oliverio Duhalde (2016), Oulton (s.f.), Proyecto Bios (2021).

Sin embargo, a pesar de estos desafíos, el bioarte ofrece la educación, ya que se fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la solución de problemas mediante la integración de ciencias y artes desde el enfoque metodológico transdisciplinario. Es importante seguir investigando y desarrollando los materiales adaptados a esta nueva forma de enseñanza para aprovechar al máximo su potencial en el campo educativo, como se menciona en la cita de López García y Morcillo Ortega (2007): “uno de los obstáculos que ocupa un lugar destacado en los mencionados estudios sobre la integración disciplinar de las TIC es la falta de materiales curriculares para las diferentes disciplinas y niveles educativos adaptados a este nuevo entorno de aprendizaje” (p. 565).

Es urgente encontrar espacios, ideas y prácticas que nos permitan desarrollar un pensamiento crítico sobre la manipulación o el rediseño de la naturaleza, a través de los distintos temas que componen esta vinculación del bioarte como el arte y la naturaleza. Sin embargo, esta transformación de la naturaleza no sólo debe ser considerada desde un punto de vista biológico, artístico o tecnológico, sino también el refuerzo del aprendizaje de estudiantes para cada nivel.

El estudio de la biotecnología y la práctica artística son herramientas necesarias para comprender la complejidad del concepto de “naturaleza” en el lenguaje y en el conocimiento humano. La flexibilidad del concepto artístico, a menudo que está relacionado con varios términos como “realidad” o “vida”, y su capacidad para transformarse en otros conceptos como “paisaje”, “naturaleza muerta” e incluso “cuerpo”, así como su noción de ideas como “mimesis” o “representación”, subraya la importancia de realizar desarrollo histórico del arte en relación con la naturaleza (López del Rincón, 2017a, 2017b; McNeil, 2005).

Algunos ejemplos de estas obras incluyen la creación de herramientas didácticas que pueden proporcionar actividades educativas para estudiantes escolares, o también, la competencia de investigación artística para estudiantes de educación superior (Tabla 5).

Tabla 5. Algunas imágenes de bioartista contemporáneo

Revista	Origen	Título	Idioma	Contenido
Artlink Magazine	Australia	Bio Art. Life in the Anthropocene	Inglés	Galería en línea
Artsper Magazine	Francia	A Short Guide to BioArt [Una breve guía del Bioarte]	Inglés Francés Alemán	Blog
Darsmagazine	Italia	Bioarte	Italiano	Archivos de etiquetas
Flickr	Web	Bioart - artworks	Multilingüe	Galerías de fotos/videos
Google Imágenes	Web	Bioarte	Multilingüe	Galerías de fotos/videos
MU Hybrid Art House	Web	Evolutionaries - Bio Art & Design from the Sea to the Soul	Inglés	Canal de Vimeo
Pinterest	Web	Bioart	Multilingüe	Galerías de fotos/videos
Polyfield Magazine	Canadá	Bioart	Inglés	Archivos de etiquetas
Vimeo	Web	Bioart	Multilingüe	Galleria de videos

Nota: Esta tabla está incluida con la lista de webgráficas de galerías con acortadores de enlaces. Fuente: elaboración propia.

Actualmente, el bioarte se ha convertido en una herramienta didáctica para la educación escolar y universitaria. Se utilizan diferentes técnicas y materiales para crear obras que se relacionan con la naturaleza y la biología. No siempre la disciplina en constante evolución para desarrollar el material orgánico dentro de las actividades didácticas, sino que se utiliza de acuerdo a las condiciones educativas sobre el desarrollo del proyecto del bioarte para cada estudiante, y sobre todo, la aplicación del aprendizaje significativo en niños, niñas, jóvenes y profesionales que trascienden a escenarios más complejos de la biotecnología en el aula.

5. Conclusiones

Es posible conocer el trabajo del bioarte a través de un campo o una variedad de enfoque estratégico en la pedagogía conceptual, por supuesto, en diferente instrumento transdisciplinario, dependiendo de los roles docentes para subrayar la práctica metodológica de tecnociencia y la producción del conocimiento artístico-tecnológico. Aunque todavía existen desafíos y prejuicios en torno al bioarte sobre la utilización de organismos vivos en el contexto artístico. Hay estudios que demuestran el valor educativo y el potencial didáctico del bioarte en el sistema escolar y superior. Es importante seguir explorando y desarrollando la metodología transdisciplinaria para profundizar y aprovechar al máximo las oportunidades educativas que ofrece el bioarte.

Para subrayar el cuestionamiento del arte genético impide el trabajo educativo a través del conjunto de prácticas creativas-experimentales que relacionan el arte, la biología y la tecnología para apoyar el medio ambiente. Por otro lado, nuestra metodología se propone utilizar los nuevos instrumentos didácticos para la enseñanza escolar y superior del bioarte.

En conclusión, existe una orientación metodológica en ambos sistemas educativos que busca crear herramientas didácticas, afrontando el uso de material reciclado mediante el respeto del medio ambiente, también el uso del programa de alfabetización digital, tal como la tecnología educativa, y para obtener la mayor influencia del bioarte. Asimismo, se busca garantizar una mayor preocupación del cambio climático o de la crisis medioambiental, a través de la relación del desarrollo socioambiental y de la calidad de los signos vitales como biodiversidad.

Referencias

- Albelda, J. y Pisano, S. (2014). Bioarte: Entre el deslumbramiento tecnológico y la mirada crítica. *Arte y políticas de identidad*, 10, 113-134. <https://revistas.um.es/reapi/article/view/219221>
- Álvarez Álvarez, C. (2012). La relación teoría-práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Educatio Siglo XXI*, 30(2), 383-402. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/160871>
- Bernaschina, D. (2018). Las TIC y Artes mediales: La nueva era digital en la escuela inclusiva. *Alteridad*, 14(1), 40-52. <https://doi.org/10.17163/alt.v14n1.2019.03>
- Bernaschina, D. (2020). Arte digital en la Escuela Especial: Nueva perspectiva de la metodología artística y tecnológica para los estudiantes jóvenes chilenos. *Revista de Educación Inclusiva*, 13(1), 50-74. <https://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/546>
- Bernaschina, D. (2021a). Interacción pedagógica en las TIC: mediación inclusiva en el aula virtual. *Etic@net*, 21(1), 171-192. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v21i1.15978>
- Bernaschina, D. (2021b). ¿Dónde está el concepto del lenguaje de artes mediales? *Revista Actos*, 3(6), 119-131. <https://doi.org/10.25074/actos.v3i6.2056>
- Benítez, L. (2009). Bioarte. La vida como material. *Disturbis* [en línea], (5). <http://www.disturbis.esteticauab.org/Disturbis567/LBenitez.html>
- Benítez Valero, L. (2013). Bioarte. Life in the Anthropocene. Una estética de la desorganización [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://hdl.handle.net/10803/129126>
- Boon, R. (2014, 10 de diciembre). Celebrating Dorothy Hodgkin. Science Museum [Blog]. <https://blog.sciencemuseum.org.uk/celebrating-dorothy-hodgkin-britains-first-female-winner-of-a-nobel-science-prize/>
- Burón, I. et al. (2008) Desarrollo de un modelo docente adaptado a los criterios metodológicos. En Buenas prácticas de innovación docente en la Universidad de

- Córdoba (pp. 21-23). Consejo Social de la Universidad de Córdoba. <http://hdl.handle.net/10396/4565>
- Cabo, J. M. et al. (2005). Controversias y dilemas en el aula: el caso de la Biotecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-6. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA385condil.pdf
- Chacón Araya, Y. (2005). Una revisión crítica del concepto de creatividad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(1), 1-30. <https://doi.org/10.15517/aie.v5i1.9120>
- Curran, Ch. (2021a, 23 de noviembre). Art illuminates the beauty of science – and could inspire the next generation of scientists young and old. *The Conversation*. <https://theconversation.com/art-illuminates-the-beauty-of-science-and-could-inspire-the-next-generation-of-scientists-young-and-old-168925>
- Curran, Ch. (2021b, 31 de diciembre). Intestines, Bones, and Bacteria: A Deep Dive Into the World of BioArt. *The Daily Beast*. <https://www.thedailybeast.com/bioart-combining-art-and-science-could-help-encourage-stem-education>
- Cuellar Guzmán, L. (2020). El proceso enseñanza-aprendizaje del concepto de genética [Tesis de magíster, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78509>
- Díaz Matajira, J. M. (2014). Bioética en la educación artística [Tesis de magíster, Universidad El Bosque]. <http://hdl.handle.net/20.500.12495/5588>
- Elsarraff, H. E. (2022). Bioart towards a New Concept of Identity. *Journal of Art, Design and Music*, 1(1), 25-37. <https://doi.org/10.55554/2785-9649.1000>
- Espinell Barrero, N. E. (2015). Enseñanza de la biotecnología en américa latina. Revisión de antecedentes. *Bio-grafía*, 1318-1331. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1318.1331>
- Foladori, G. (2002). Contenidos Metodológicos de la Educación Ambiental. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4(11), 33-48. <http://hdl.handle.net/20.500.11845/255>
- Gamella González, D. (2015). Bioarte: procesos biotecnológicos, retos sociales y Educación artística en la primera década del siglo XXI [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <http://hdl.handle.net/11162/122982>
- García, J. L. (2009). El arte de crear nuevas artes: El bioarte como arquetipo de la ascensión de las infoartes. *Sociológica (México)*, 24(71), 233–249. <http://www.scielo.org.mx/pdf/soc/v24n71/v24n71a11.pdf>
- Geymonat, A. A. (2019). Bioarte. Hacia una nueva metodología interdisciplinaria. *Octante*, (4), e037. <https://doi.org/10.24215/25250914e037>
- Giraldo Gil, E. (2009). Una mirada a las implicaciones de la teoría curricular en la formación de los maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(8). 1-5. <https://doi.org/10.35362/rie5081978>
- Herrera Pérez, L. L. (2015). Estrategias didácticas investigativas que usan los docentes en la enseñanza de las ciencias en el V ciclo de la institución educativa San Ignacio-Arequipa [Tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/261>
- Hutchison, B. (2017). Jeanne Dubino, Ziba Rashidian, and Andrew Smyth, Eds., *Representing the Modern Animal in Culture* [Review]. *Humanimalia*, 8(2), 190–

193. <https://doi.org/10.52537/humanimalia.9640>
- Jagodzinski, J. (2020). Thinking ‘The End of Times’: The Significance of Bioart|BioArt for Art|Education. En *Pedagogical Explorations in a Posthuman Age: essays on Designer Capitalism, Eco-Aestheticism, and Visual and Popular Culture as West-East Meet* (pp. 271–291). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48618-1_11
- Jui González, L. (2020). Bioarte para reconectar la sensibilidad con el medio ambiente: un modelo de intervención basado en las Plantas Nómadas, de Gilberto Esparza. Caso: Estudiantes del Centro Educativo Integral Para Altas Capacidades, Aguascalientes [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1958>
- Kac, E. (2010). Telepresencia y bioarte: interconexión en red de humanos, robots y conejos. Cendeac.
- Lontok, K. (2019, 28 de agosto). Inspiring High School Students’ Creativity and Design Thinking with Agar Art. *American Society for Microbiology*. <https://asm.org/Articles/2019/August/Inspiring-High-School-Students-Creativity-and-Desi>
- López del Rincón, D. (2014). Bioarte. Contextualización histórico-artística de las relaciones entre arte, biología y tecnología [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/10803/146173>
- López del Rincón, D. (2015). Bioarte. Arte y vida en la era de la biotecnología. Tres Cantos.
- López del Rincón, D. (2017a). La naturaleza como concepto mutante en la Historia del Arte. En D. López del Rincón (Ed.), *Naturalezas mutantes. Del Bosco al bioarte* (pp. 11-36). Sans Soleil Ediciones.
- López del Rincón, D. (2017b). Posnaturaleza. El bioarte o el arte de desnaturalizar la biotecnología. En *Arte, naturaleza y política en la creación contemporánea* (pp. 11-30). Universitat de Barcelona. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.c14.2016.2.a03>
- López García, M. y Morcillo Ortega, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562-576. http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf
- Massara, G. (2013). Arte y nuevas tecnologías, lo experimental en el bioarte. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (45), 27-37. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi45>
- Matray, P. y Knorr, S. (1980). BIO/ART: a team-teaching approach for secondary schools. *The American Biology Teacher*, 42(8), 477-481. <https://doi.org/10.2307/4447049>
- Matewecki, N. (2010). El bioarte y los problemas de su definición. *Arte e Investigación*, 13(7), 135-140. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/39503>
- Matewecki, N. (2011). Bioarte: un género en cruce con el arte, la biotecnología, la ecología y la ética. XIX Jornadas de Jóvenes Investigadores AUGM, Ciudad del Este, Paraguay. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149756>
- Matewecki, N. (2014). Estética y bioarte. Pasajes de lo moderno a lo contemporáneo

- en torno a las nociones de obra, artista, espectador y experiencia [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/44457>
- McNeil, M. (2005). Nature. En T. Bennett, L. Grossberg y M. Morris (Eds.), *Keywords: A Vocabulary of Culture and Society* (pp. 235-239). Blackwell. <https://analepsis.files.wordpress.com/2020/08/new-keywords-a-revised-vocabulary-of-culture-and-society.pdf>
- Medina, E. (2007). Bioarte: una nueva fórmula de expresión artística. *Revista Digital Universitaria*, 8(1), 1-4. <https://ru.tic.unam.mx/handle/123456789/1226>
- Miguel Díaz, M. (2005). Cambio de paradigma metodológico en la educación superior: exigencias que conlleva. *Cuadernos de Integración Europea*, (2), 16-27. <http://hdl.handle.net/10234/187445>
- Mitchell, R. E. (2015). *Bioart and the Vitality of Media*. University of Washington.
- Morales Toscano, O. R. (2017). Estudio del Bio-arte para la creación de un proyecto artístico [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13074>
- Motta, R. (2002). Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Polis* [en línea], (3). <https://journals.openedition.org/polis/7701>
- Occelli, M. (2011). La enseñanza de la biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto: Un estudio en la ciudad de Córdoba. *Revista de Educación en Biología*, 14(2) 42-45. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22333> <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v14.n2.22333>
- Occelli, M. (2013a). La enseñanza de la biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto: Un estudio en la ciudad de Córdoba [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Córdoba]. <http://hdl.handle.net/11086/1301>
- Occelli, M. (2013b). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Boletín Biológica*, 7(27), 9-13. <http://hdl.handle.net/11336/22785>
- Occelli, M., García Romano, L. y Valeiras, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (43), 31-46. <https://doi.org/10.17227/ted.num43-8650>
- Occelli, M., Vilar, T. M. y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 227-242. http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen10/ART1_VOL10_N2.pdf
- Ojeda Cortes, B. L. y Luna, X. A. (2019). Reflexión sobre los criterios metodológicos y pedagógicos presentes en el proceso de enseñanza aprendizaje: educación tradicional. *Revista Criterios*, 20(1), 187-201. <http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/Criterios/article/view/1862>
- Oulton, T. (s.f.). Bioarte: el arte de crear obras con organismos vivos. Utopía. <https://utopia.fundacionbyb.org/crear/bioarte>
- Papich, A. (2020). *Arte de Los Nuevos Medios. Un cambio de paradigma en la concepción del Arte* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Rosario]. <http://hdl.handle.net/2133/22707>

- Parra Lora, E. (2012). Arte en vida de la creación de seres transgénicos y la situación política de estos en el siglo XXI [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. <http://hdl.handle.net/10554/11234>
- Pérez Luna, E., Alfonzo Moya, N y Curcu Colón, A. (2013). Transdisciplinariedad y educación. *Educere*, 17(56), 15-26. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35630150014.pdf>
- Punín Burneo, M. G., Maldonado Mena, L. R. y Cuenca Jiménez, R. C. (2021), El bioarte y la ciencia, una reflexión desde el arte. *Analysis. Claves de Pensamiento Contemporáneo*, 31(1), 1-13. <https://studiahumanitatis.eu/ojs/index.php/analysis/article/view/2021-punin>
- Rengifo, V. M., Fariña de Lander, Y. y Cabrera de Reyes, E. (2009). Modelo analógico para enseñar biotecnología: Una experiencia en el aula. *Paradigma*, 30(2), 201-203. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1011-22512009000200013&script=sci_arttext
- Riboulet, C. (2013). Sobre el arte de los nuevos medios. *Calle 14: revista de investigación en el campo del arte*, 7(10), 136-143. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.c14.2013.1.a09>
- Rivarosa, A., García, E. y Moroni, C. (2004). Los proyectos escolares en Educación Ambiental: su potencial educativo y transformador. *Revista de Educación en Biología*, 7(2), 16-22. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/36606> <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v7.n2.36606>
- Roa Acosta, R., González-Galli, L. y Valbuena Ussa, E. O. (2019). Implicaciones didácticas del concepto biotecnología. *Educación y Educadores*, 22(3), 397-421. <https://doi.org/10.5294/edu.2019.22.3.4>
- Rodríguez, M. G. (2016). Bioarte. Arte y vida en la era de la biotecnología [Reseña]. *Laocoonte: Revista de Estética y Teoría de las Artes*, (3), 250-252. <https://ojs.uv.es/index.php/LAOCOONTE/article/view/9377/8826> <https://doi.org/10.7203/laocoonte.3.3.9377>
- Romero Acuña, D. C. y Vaderrama Leongómez, S. (2021). Mirada, cuerpo y territorio: análisis de problemáticas socioambientales desde el arte y la educación. *Revista Científica de Estudios e Investigaciones*, 9, 111-112. <https://doi.org/10.26885/rcei.foro.2020.111>
- Santacruz Tarjuelo, G. (2016). La planta viva en la obra de arte contemporánea: bioarte botánico en la ciudad [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/37155/>
- Sarriugarte Gomez, I. (2020). Reflexiones desde la bioética sociobiológica ante el arte transgénico. *Revista de Humanidades*, (39), 33-60. <https://doi.org/10.5944/rdh.39.2020.21418>
- Stubrin, L. (2013). Arte y ciencia: convergencias en el marco de la teoría de la complejidad. *Artnodes*, 13, 80-87. <https://doi.org/10.7238/a.v0i13.1485>
- Stubrin, L. (2014). Aportes para el estudio de la vanguardia biológica latinoamericana. *Nómadas (Colombia)*, 40, 131-145. https://nomadas.ucentral.edu.co/nomadas/pdf/nomadas_40/40_8S_Aportesparaelestudiodelavanguardia.pdf

- Sontag, S. (2020). *Contra la interpretación y otros ensayos*. Penguin Random House - Debolsillo.
- Terranova, C. N. (2016). Bioart and Bildung-Wetware: Art, Agency, Animation, an Exhibition as Case Study. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 17(3), 409-416. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v17i3.1172>
- The Importance of Molecular Set in Schools. (s.f.), ScienceEquip. <https://www.scienceequip.com.au/blogs/news/the-importance-of-molecular-set-in-schools>
- Tsang, J. (2019, 20 de noviembre). This gorgeous art was made with a surprising substance: live bacteria. *The National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/agar-art-contest-winners-create-gorgeous-art-from-live-bacteria>
- Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M. R. y Garrido Arroyo, M. del C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, (46). <https://revistas.um.es/red/article/view/240311> <https://doi.org/10.6018/red/46/3>
- Varo González, L. (2018). *La biotecnología en el entorno social y educativo* [Tesis de máster, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/31287>
- Vich Álvarez, J. A. (2022). Democratizar la ciencia desde el arte: El valor del Bioarte para la tecnoética. *Fonseca, Journal of Communication*, (24), 33-51. <https://doi.org/10.14201/fjc.28275>
- Wikipedia contributors. (2022, 12 de diciembre). Stelarc. En Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Stelarc&oldid=1127049734>
- Wikipedia contributors. (2023, 12 de abril). Eduardo Kac. En Wikipedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Eduardo_Kac&oldid=1149426720
- Wong-Paz, J. E. et. al. (2011). El pasado de la tecnología e ingeniería biológica. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 3(6), 1-7. <https://bit.ly/44SsHo9>
- Yetisen, A. K., et al., (2015). Bioart [Review]. *Trends in biotechnology*, 33(12), 724-734. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.09.011>

Webgrafías de artistas

- De Menezes, M. (s.f.). Sitio web personal de Marta de Menezes. <https://martademenezes.com>
- Esparza, G. (s.f.). Sitio web personal de Gilberto Esparza. <https://gilbertoesparza.net>
- Kac, E. (s.f.). Sitio web personal de Eduardo Kac. <https://www.ekac.org>
- Stelarc. (s.f.). Sitio web personal de Stelios “Stelarc” Arcadiou. <http://stelarc.org>

Webgrafías de galerías

- Artlink Magazine. <https://bit.ly/35TXqYj>
- Artsper Magazine. <https://bit.ly/3M8VYkz>
- Darsmagazine. <https://bit.ly/3jrB2sl>
- Flickr. <https://bit.ly/3rdKS5C>
- Google Imágenes. <https://bit.ly/35Y9vMg>
- MU Hybrid Art House. <https://bit.ly/3jjDoJR> y <https://bit.ly/3jl93uI>

Pinterest. <https://bit.ly/3rfi0dj> y <https://bit.ly/3JpR3tm>

Polyfield Magazine. <https://bit.ly/3v6Re84>

Vimeo. <https://bit.ly/3JpRjL>

Webgrafías de videos

American Society for Microbiology. (2017, 1 de marzo). How to Create Agar Art with Living Microbes. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/LXwxU-nIcDY>

Christine Liu Art. (2020, 18 de abril). how to make resin petri dishes ~ an art project that is also a cool science experiment!. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/gPn50QL0wRg>

FASEB. (2021, 4 de noviembre). Journey through the organoid. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/1Q9j9QvHO4U>

Garnet Hertz. (2008, 1 de diciembre). Cockroach Controlled Mobile Robot (2006) - Garnet Hertz - High Resolution Video Overview. [Archivo de Vídeo]. Vimeo. <https://vimeo.com/2398096>

Liyah's World. (2016, 1 de septiembre). How To Make A Molecule Model | Science For Kids. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/5D-N8RdpxxU>

Oliverio Duhalde. (2016, 17 de abril). OMPHALOS. [Archivo de Vídeo]. Vimeo. <https://vimeo.com/163176900>

Proyecto Bios. (2021, 21 de abril). Federico Coscio INFINITO INTERIOR I II y III 480p. [Archivo de Vídeo]. Youtube. https://youtu.be/_3Dx-vC_Ihg