VOLUMEN 48
XXXI Verano de la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Origen, evolución y tendencias del bioarte: una aproximación desde la tecnociencia contemporánea y sus aplicaciones emergentes

Origin, evolution and trends of bioart: an approach from contemporary technoscience and its emerging applications

Juan Manuel Vargas-Canales[1], Karen Judith Pizano-Contreras[2], Fernando Mendez-Mandujano[3], José de Jesús Cantor-del Aguila[4], Segio Orozco-Cirilo[5], Alberto Valdes-Cobos[6], Víctor Hugo Jiménez-Arredondo[7]

[1] Departamento de Estudios Sociales. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [2] Maestría en Estudios Sociales y Culturales. División de Ciencias Sociales y Administrativas Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [3] Licenciatura en Enfermería y Obstetricia. División de Ciencias de la Salud e Ingenierías. Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [4] Licenciatura en Agronegocios. Departamento de Estudios Sociales. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [5] Departamento de Estudios Sociales. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [6] Departamento de Estudios Culturales, Demográficos y Políticos. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Campus Celaya- Salvatierra. Universidad de Guanajuato. [7] Departamento de Arte y Empresa. División de Ingenierías. Campus Irapuato-Salamanca. Universidad de Guanajuato. jm.vargas@ugto.mx[1], kj.pizanocontreras@ugto.mx[2], f.mendezmandujano@ugto.mx[3], jdj.cantordelaguila@ugto.mx[4], orozcosergio@ugto.mx[5], a.valdes@ugto.mx[6], vhjimenez@ugto.mx[7]

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar el origen, evolución y tendencias de las investigaciones sobre bioarte con la finalidad de identificar sus principales enfoques teóricos, líneas de desarrollo y nuevas perspectivas estéticas. El método de análisis fue una revisión sistemática de literatura científica, la búsqueda de la información se realizó en la base de datos científica Scopus y se aplicó en los campos de título, abstract y keyword. Las expresiones de búsqueda fueron “bioart OR bio-art OR biotechnological art” y “history OR origin OR evolution OR ethic* OR aesthetic* OR trends OR innovation”. Se definieron y aplicaron criterios básicos de inclusión y exclusión de documentos y para la codificación y extracción de datos y resultados se construyó una base de datos utilizando Excel y posteriormente se utilizó el software VOSviewer para generar, agrupar y visualizar redes. Los resultados indican que el bioarte no es un campo consolidado, sino en construcción. Están en crecimiento las publicaciones, sin embargo, se concentran en pocos países y existen un predominio de artes, pero con presencia científica. Asimismo, las evidencias muestran claramente tres dimensiones en conflicto: la manipulación genética, el uso de organismos vivos y el impacto social y/o emocional que pueda transferirse a la población. Es importante destacar, que existe una evolución temporal del bioarte como campo de estudio, el cual ha transitado de una fase teórica y conceptual a una más interdisciplinaria y metodológica hasta llegar a una especie de tecnociencia avanzada. En esta última fase se podría dinamizar mediante la inteligencia artificial, el machine learning, la biología computacional y que tenga un enfoque de sostenibilidad agroalimentaria. En conclusión, el bioarte es un campo tecnocientífico complejo que están redefiniendo los límites con el uso de las nuevas tecnologías. Lo anterior, dará lugar a nuevas formas de expresión y de generación de conocimiento.

Palabras clave: arte; biotecnología; estética; ética; filosofía; genética.

Introducción

Durante las últimas décadas, los avances en biotecnología han dado lugar a nuevas formas de creación artística que exploran la relación entre la vida y la tecnología. Una de ellas es el bioarte, una práctica que incorpora organismos vivos, tejidos o procesos biológicos dentro de las obras artísticas. Ahmedien (2023) señala que este campo permite acercar conceptos científicos complejos al público mediante experiencias artísticas que favorecen la reflexión sobre los avances científicos y sus implicaciones sociales. De manera similar, Pérez Tort (2024) destaca que el bioarte ha transformado la forma en que se entiende lo viviente dentro de las prácticas artísticas contemporáneas, ya que no se limita a representar la vida, sino que la incorpora como parte del proceso creativo. Derivado de esta interacción entre arte, ciencia y tecnología, el bioarte se ha consolidado como un espacio de análisis sobre los cambios culturales y tecnológicos que caracterizan a la sociedad actual.

Asimismo, el desarrollo del bioarte está estrechamente relacionado con el crecimiento de disciplinas como la genética, la biología molecular y la ingeniería biológica. Conforme estas áreas ampliaron las posibilidades de intervenir en organismos vivos, también surgieron nuevas oportunidades para que artistas y científicos colaboraran en proyectos que cuestionan los límites entre lo natural y lo artificial. Ahmedien (2023) menciona que muchas obras bioartísticas utilizan procesos biológicos reales para generar nuevas formas de conocimiento y comunicación científica. Por su parte, Pietarinen y Qureshi (2024) consideran que este campo continúa evolucionando debido a la constante interacción entre investigación científica, innovación tecnológica y producción cultural. Como resultado, el bioarte se ha convertido en una herramienta que favorece el diálogo interdisciplinario y la reflexión sobre los efectos de la tecnociencia en la vida cotidiana.

En la actualidad el estudio del bioarte es relevante porque permite analizar de manera crítica los impactos sociales, culturales y éticos asociados al desarrollo científico. Muchas de las obras abordan temas relacionados con la biodiversidad, la sostenibilidad ambiental, la manipulación genética y la relación entre los seres humanos y otras formas de vida. Pérez Tort (2024) señala que estas transformaciones han modificado la manera en que se comprende la forma de vida actual dentro de la cultura contemporánea, mientras que Pietarinen y Qureshi (2024) destacan la importancia de seguir explorando estos fenómenos desde perspectivas interdisciplinarias. En este sentido, el bioarte no solo representa una forma de expresión artística, sino también un medio para fomentar la discusión sobre los desafíos y oportunidades que acompañan al avance de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI.

El bioarte es un concepto relativamente nuevo en el que participan por lo menos la creación artística, la biotecnología, la ciencia y la investigación. De acuerdo con diversos autores el bioarte surge como una necesidad de redefinir aspectos biológicos como la vida humana, animal y vegetal en relación con su participación para la creación de nuevas invenciones tecnológicas, científicas o artísticas (Elaziz, 2022; Kerbe & Schmidt, 2015). Sin embargo, la complejidad del concepto reside en su aplicación en las distintas áreas del conocimiento. En este sentido, Jens Hauser (Kerbe & Schmidt, 2015), menciona que el bioarte puede adoptar una gran diversidad de formas según la técnica con la que se implementa. En otras palabras, el bioarte puede ser aplicado a la biología a través de lo vivo y lo no vivo, incorporando organismos, células como el ADN y tejidos biológicos como un medio para la creación de un determinado estudio.

En ese sentido, el bioarte tiene sus particularidades al incorporar seres vivos o no vivos, lo humano o lo animal, lo genético o lo transgénico (Elaziz, 2022). Esta vinculación entre biología y arte implica consideraciones éticas, pues la manipulación de la vida desde la perspectiva del bioarte es un espacio en donde la relación biológica y tecnológica tienen efectos significativos para la investigación (Elaziz, 2022). No obstante, el bioarte comprende elementos éticos y emocionales para quienes reflexionan acerca de la implementación de lo biológico en la innovación y experimentación. Beltrán-Luengas (2022), menciona que el bioarte ha sido un campo de cuestionamiento en la ética, poniendo en juicio la manipulación biológica o genética, el bienestar animal y la intervención sobre la vida.

Además, en la actualidad se reconoce el impacto emocional que esto puede generar, tanto en positivo como en negativo. Lo cual, pone en evidencia que el bioarte tiene opiniones contradictorias; por un lado, están quienes apelan a la innovación y creación de diversos productos a través del medio biológico con sus respectivas consideraciones éticas y legales. Y, por otro lado, está el impacto emocional negativo que genera en grupos de la sociedad (Beltrán-Luengas, 2022). A pesar del creciente interés del bioarte durante el presente siglo, la literatura pone en evidencia que se trata de un campo cuya delimitación conceptual, metodológica y ética aún no están consolidadas. Si bien, existen investigaciones en torno al bioarte, persiste la ausencia de una metodología que permita establecer con una mayor precisión sus características, criterios de aplicación y sus alcances, lo cual genera un mayor riesgo de subjetividades inherentes a la interpretación de quienes se interesan en el bioarte.

El bioarte, al emplear herramientas de la biotecnología para trabajar directamente con sistemas vivos, se sitúa en la intersección entre arte, ciencia y tecnología (Yetisen et al., 2015). En ese sentido, estudiar el bioarte en la actualidad se vuelve de suma relevancia debido a su relación con la tecnociencia y el sector agroalimentario/biotecnológico siendo fundamental para comprender las transformaciones contemporáneas en la producción de conocimiento y en la relación entre los seres humanos y la naturaleza. Además, en el ámbito agroalimentario, la tecnociencia ha impulsado avances significativos orientados a mejorar la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas de producción. Tecnologías como la ingeniería genética, la automatización agrícola y el análisis de datos responden a desafíos globales como el crecimiento

poblacional, la seguridad alimentaria y la presión sobre los recursos naturales, sin embargo, estos avances también generan problemáticas relacionadas con la bioseguridad, la desigualdad en el acceso a la tecnología y los impactos ambientales (Vargas-Canales et al., 2022).

Asimismo, según Stoltz (2023), el arte contemporáneo que se está orientado a la ecología, agroecología no solo busca representar a la naturaleza, sino que busca intervenir directamente en ella, generando efectos significativos como la regeneración de ecosistemas o la creación de formas de coexistencia sostenible. Esto significa que el arte deja de ser un objeto puramente estético para convertirse en un proceso activo que produce transformaciones reales en todos los sectores. De manera similar, el bioarte no solo simboliza la vida, sino que trabaja en concebir nuevas formas de crear con ella un futuro mejor que garantice buenos niveles de bienestar.

Estos diferentes enfoques permiten comprender que el bioarte actúa como un espacio de unión entre distintas formas de conocimiento, en el que se entrelazan dimensiones técnicas, económicas, políticas, estéticas y sociales. Permitiendo incorporar los enfoques éticos, culturales y estéticos al análisis de la ciencia y la tecnología, contribuyendo a orientar su desarrollo hacia modelos más sostenibles, responsables y socialmente conscientes. Esta investigación en relación con el sector agroalimentario y biotecnológico resulta particularmente relevante, ya que estos ámbitos implican la manipulación directa de la vida y tienen un impacto significativo en la sostenibilidad del planeta.

Derivado de lo anterior, las preguntas que guiaron esta investigación son las siguientes: ¿Dónde y cuándo surge el bioarte? ¿Cómo ha evolucionado el bioarte? ¿Cuáles son las tendencias sobre los estudios de bioarte? En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar el origen, evolución y tendencias de las investigaciones sobre bioarte mediante una revisión sistemática de literatura con la finalidad de identificar sus principales enfoques teóricos, líneas de desarrollo y su papel en la construcción de nuevas perspectivas estéticas.

Metodología

Método de análisis

El método de análisis fue una revisión sistemática de literatura, este método es ideal para desarrollar estados del arte debido a que permite analizar todas las investigaciones especializadas sobre bioarte. De forma muy sencilla el método consiste en la revisión, análisis e interpretación de la literatura científica existente a fin de localizar, evaluar y sintetizar la mejor evidencia disponible relacionada con el objetivo de la investigación (Boland et al., 2017). Las revisiones sistemáticas por lo general van acompañadas de un análisis crítico del contenido de las investigaciones de acuerdo con diferentes herramientas y un resumen cualitativo de la evidencia (García-Perdomo, 2015). Además, es particularmente útil para el caso del bioarte debido a que el cuerpo de la literatura aún no ha sido revisado exhaustivamente y exhibe una naturaleza compleja y muy heterogénea (Peters et al., 2015).

Es conveniente aclarar que este tipo de metodologías presenta algunas particularidades. Se trata de investigaciones en las cuales los resultados dependen de la fecha de su realización, del tipo de palabras clave y de las condiciones y restricciones de búsqueda. Es decir, si se realiza algún cambio, los resultados podrían variar mucho. Sin embargo, si se obtiene información valiosa y precisa sobre el estado actual del conocimiento, y es posible identificar una tendencia sobre el desarrollo de un tema específico (Vargas-Canales et al., 2023).

Obtención de la información

La búsqueda de la información se realizó en la base de datos científica Scopus. Esta base de datos tiene algunas características que son deseables cuando se hace una investigación de este tipo. Por ejemplo, cuenta con eficaces prestaciones de su motor de búsqueda, el volumen y calidad de la información

almacenada es muy amplio, la riqueza de metadatos, así como la facilidad para descargar archivos (Cruz-Ramírez et al., 2020).

Además, Scopus es considerada una de las bases de datos de literatura científica más completa a nivel mundial, debido a su amplia cobertura de revistas indexadas, sus robustos criterios de selección de revistas y su continua actualización (Baier-Fuentes et al., 2019; Mongeon & Paul-Hus, 2016). Derivado de lo anterior, la búsqueda se realizó en la semana del 15 al 20 de junio de 2026.

Estrategia y palabras clave de búsqueda

La estrategia de búsqueda se realizó utilizando operadores boléanos (AND y OR) y truncamientos*. Se utilizaron combinaciones de expresiones claves para el cumplimiento del objetivo y capturar la mayor cantidad de diversidad conceptual e integrar una visión global sobre el desarrollo de las investigaciones que se han realizado sobre este tema. La búsqueda se aplicó en los campos de título, abstract y keyword. Las expresiones de búsqueda fueron “bioart OR bio-art OR biotechnological art” y “history OR origin OR evolution OR ethic* OR aesthetic* OR trends OR innovation”.

La primera expresión se utilizó para evitar sesgos ocasionados por el uso de una sola palabra y asegurar la inclusión de las denominaciones más comunes para el tema de investigación. La segunda se relaciona con las dimensiones del análisis del estudio permite rastrear el origen y la evolución, los debates teóricos sobre ética y estética e incluye las innovaciones y las tendencias. Finalmente, se solicitó la descarga masiva de metadatos en un archivo CSV, con lo cual se construyó la base de datos.

Criterios de inclusión

Se incluyeron todos los artículos científicos que abordaron explícitamente bioarte, bio-art o arte biotecnológico como objeto de estudio. Además, investigaciones que abordaron el origen, la forma como ha evolucionado su análisis, su relación con la tecnociencia agroalimentaria y las posibles tendencias que puede seguir esta temática. También, las investigaciones en las cuales se presenten debates teóricos y metodológicos sobre la relación del bioarte, la ciencia, la tecnología y/o la tecnociencia en el sector agroalimentario. Se incluyeron todos los textos completos y en todos los idiomas disponibles en la base de datos.

Criterios de exclusión

Se excluyeron las opiniones sin sustento, entendidas como textos sin un base teórica y metodológica sólida. Así mismo, se descartaron los resúmenes sin texto completo, piezas puramente artísticas sin discusión con la ciencia, la tecnología o la tecnociencia. Además, para mantener el rigor y la homogeneidad del cuerpo analítico, se excluyeron las notas científicas, revisiones narrativas y sistemáticas, conferencias, capítulos de libro y libros. Finalmente es importante destacar que no se excluyeron documentos por origen, lenguaje y periodo de publicación de los documentos.

Codificación y extracción de datos y resultados

Los resultados obtenidos de la base de datos científica Scopus se procesaron en Excel, y se obtuvo información que permitió generar datos estadísticos sobre el origen y evolución de las investigaciones, así como las áreas temáticas, los países, autores, áreas donde más se investiga y las instituciones o centros de investigación donde se realizan este tipo de investigaciones. Posteriormente, se utilizó el software VOSviewer para generar, agrupar y visualizar redes (van Eck & Waltman, 2020). VOSviewer permite visualizar clústeres existentes en relación con coautorías, citaciones, co-ocurrencias de palabras del título y palabras clave; además, sus prestaciones nos facilitan un análisis pormenorizado de cada uno hacia lo interno (Cruz-Ramírez et al., 2020). A estos clústeres se les identificó como grupos con intereses disciplinarios similares o como campos científicos (Bourdieu, 1976).

Una vez finalizada la selección de los artículos, se procedió a profundizar en analizar los distintos clústeres en relación con sus investigaciones y sus principales planteamientos. Además de los datos mencionados, se evaluó el riesgo de sesgo de los artículos, ya que las conclusiones de la revisión sistemática de literatura son

válidas en la medida en que los estudios que la componen, llamados estudios primarios, sean confiables (Moreno et al., 2018). Asimismo, se realizó un análisis de las principales características y hallazgos de los campos científicos con la finalidad de identificar los vacíos del conocimiento, alguna controversia o falta de estudios sobre el tema, y con ello definir líneas de investigación que el campo o área del conocimiento presenta (Vargas-Canales et al., 2022).

Diagrama de flujo PRISMA

El diagrama de flujo PRISMA muestra con claridad el proceso de identificación, evaluación y análisis del material de análisis a través de las diferentes fases de la revisión sistemática (Figura 1). Muestra el número de registros identificados, incluidos y excluidos, así como los motivos de exclusión. En ese sentido, es posible identificar que se realizó un filtrado inicial fuerte de 378 documentos identificados en Scopus y en la fase de cribado se excluyeron del análisis 239, la mayoría de los documentos fueron excluidos por no ser artículos y por la fuente. Como resultado de obtuvieron 139 documentos para ser evaluados a texto completo, de los cuales se descartó uno por no poder recuperarlo. De los 138 restantes se excluyeron tres (1 duplicado, 1 incompleto y 1 por irrelevancia) y finalmente se incluyeron al análisis solo 135 artículos científicos relacionados con el objetivo de la investigación.

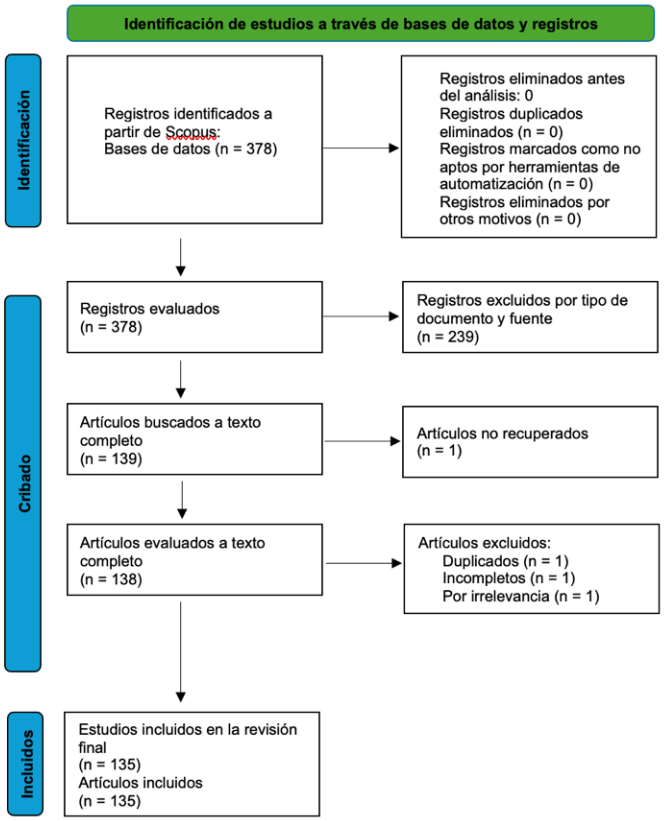

Figura 1. Proceso de selección de los artículos científicos para la realización de la revisión sistemática de literatura.

Resultados

En la Figura 2 se observa el origen y la evolución de publicaciones científicas relacionadas con el bioarte entre 1987 y 2026. Se observa una producción de publicaciones casi nula en la década de 1980 y mitad de

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

1990, con una producción esporádica y mínima entre 1995 y 2005. Posteriormente, a partir del 2007 surgen publicaciones con una mayor frecuencia, las cuales se intensifican entre el año 2015 y 2016. Lo anterior, evidencia un interés científico reciente y que está creciendo en esta temática. Es hasta el 2022 cuando se muestran los valores más altos en las publicaciones, alcanzando 54 publicaciones de artículos científicos hasta el 2025. De acuerdo con la tendencia se esperaría que para el 2026 y años posteriores mantenga un ritmo constante y creciente.

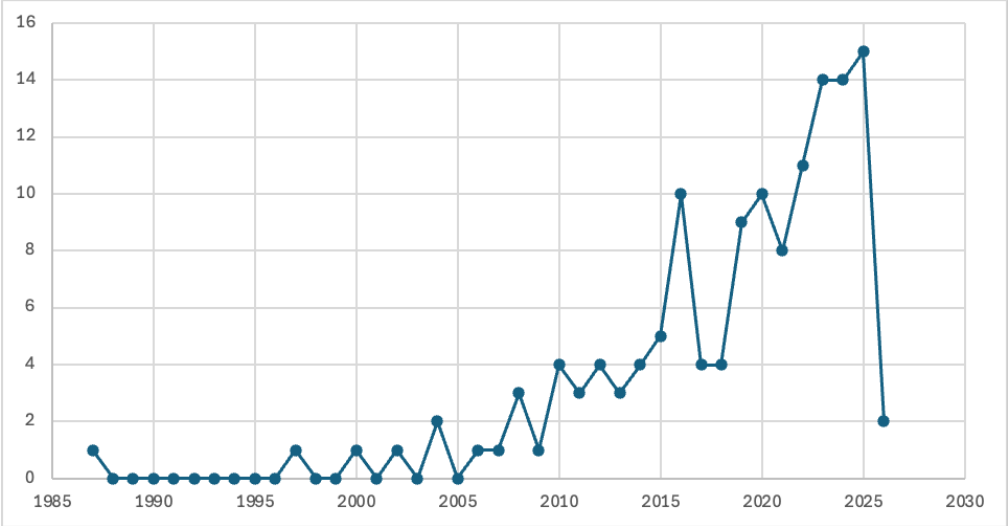

Figura 2. Origen, evolución y dinámica de las publicaciones científicas sobre el bioarte.

En la Figura 3 se muestra que la producción científica sobre el bioarte se concentra principalmente en Reino Unido, Estados Unidos y España. Esto indica que el desarrollo de este tema está relacionado con contextos donde existe una fuerte interacción entre arte, ciencia y tecnología. Además, se observa la participación de otros países, lo que refleja el interés creciente a nivel internacional que ha adquirido el bioarte. Estos resultados permiten identificar que el bioarte ha dejado de ser un tema limitado a una sola región y se ha convertido en un campo de investigación con alcance global. No obstante, la mayor producción sigue concentrándose en países con mayor inversión en investigación y desarrollo, por lo cual, se evidencia la importancia de fortalecer este tipo de estudios en otras regiones para ampliar las perspectivas de análisis y fomentar nuevas líneas de investigación.

La Figura 4 muestra la distribución de los documentos analizados según las áreas del conocimiento. Es claro un mayor interés en Artes y Humanidades con 73 registros, posteriormente están las Ciencias Sociales con 43 registros y casi a la par aparecen las Ciencias de la Computación con 35 registros. Con menor proporción aparecen Bioquímica, Genética y Biología Molecular con 22 registros entre ambas. Las áreas de Medicina e Ingenierías con 16 y 13 registros respectivamente, así como otras áreas complementarias. Lo anterior, indica que la producción científica sobre bioarte y biotecnología se encuentra dominada por enfoques humanísticos y sociales, aunque mantiene una base relevante en todas las disciplinas científicas y tecnológicas. Lo que sugiere que se están desarrollando investigaciones desde distintas perspectivas con áreas claramente predominantes y núcleos de investigación bien definidos. Es conveniente mencionar que este comportamiento es normal en campos científicos que están en desarrollo y consolidación como es el caso.

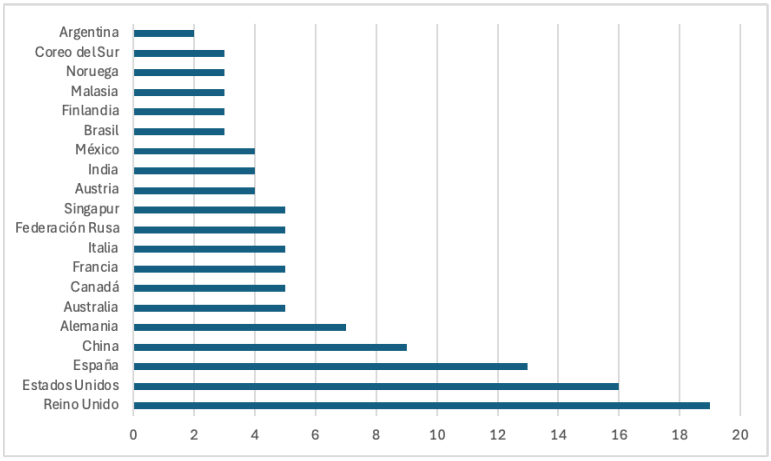

Figura 3. Principales países que desarrollan investigaciones y tienen publicaciones científicas sobre bioarte.

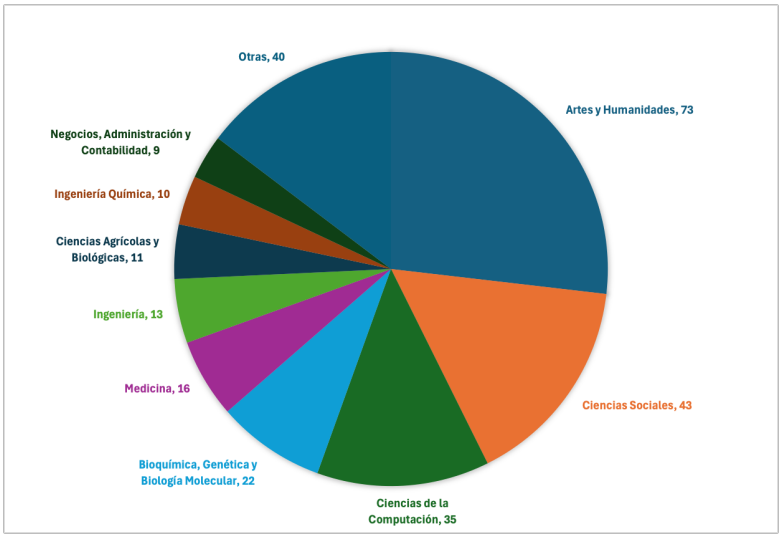

Figura 4. Distribución disciplinaria de las publicaciones científicas sobre bioarte.

En la Figura 5 se muestran las instituciones académicas y centros de investigación con mayor producción en material de investigación científica en relación con el bioarte. De acuerdo con los resultados, las instituciones que abordan este campo de estudio están distribuidas en distintos continentes, lo cual, pone en evidencia el carácter amplio, internacional e interdisciplinario del bioarte. Las instituciones que destacan en este campo son Brighton and Sussex Medical School, The University of Western Australia, New York University y Universitat de Barcelona. Es conveniente mencionar que la mayoría de las instituciones restantes presentan el mismo nivel de producción de artículos científicos con un valor de 2, lo que indica una estructura de producción bastante uniforme con un pequeño grupo destacado. Además, las instituciones representadas muestran una procedencia geográfica diversa (Europa, América, Asia y Oceania).

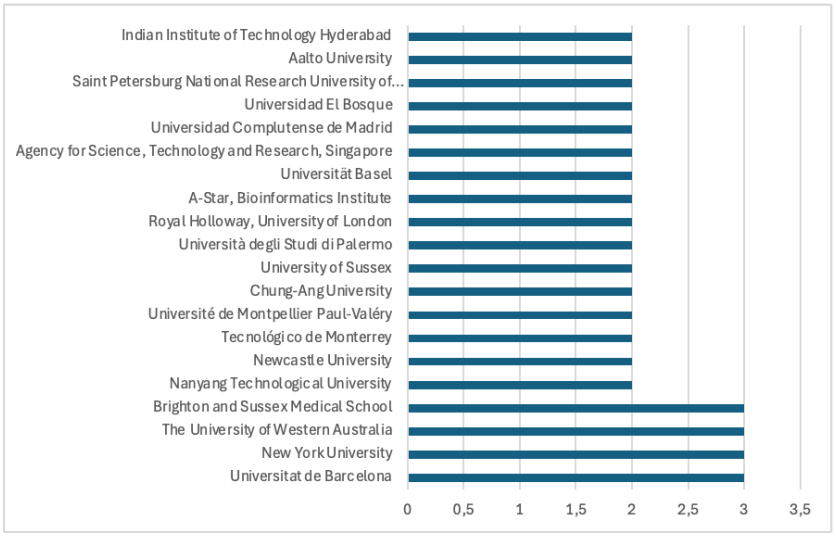

Figura 5. Principales instituciones académicas que realizan investigación sobre bioarte.

En la Figura 6 se identifican a los autores con mayor número de publicaciones sobre bioarte. Se observa que un grupo reducido concentra una parte importante de las publicaciones científicas, lo que evidencia su producción constante. Además, se trata de pocas publicaciones por autor lo que indica que están iniciando su investigación en esta temática. Destacan tres grupos claramente definidos, sin embargo, no son muy distantes en cuanto al número de publicaciones. Esto sugiere que el bioarte aún se encuentra en proceso de consolidación, donde ciertos investigadores han contribuido al desarrollo de sus principales enfoques teóricos y líneas de investigación. Asimismo, la continuidad de sus publicaciones demuestra el interés por fortalecer el conocimiento sobre la relación entre el arte, la ciencia y la tecnología.

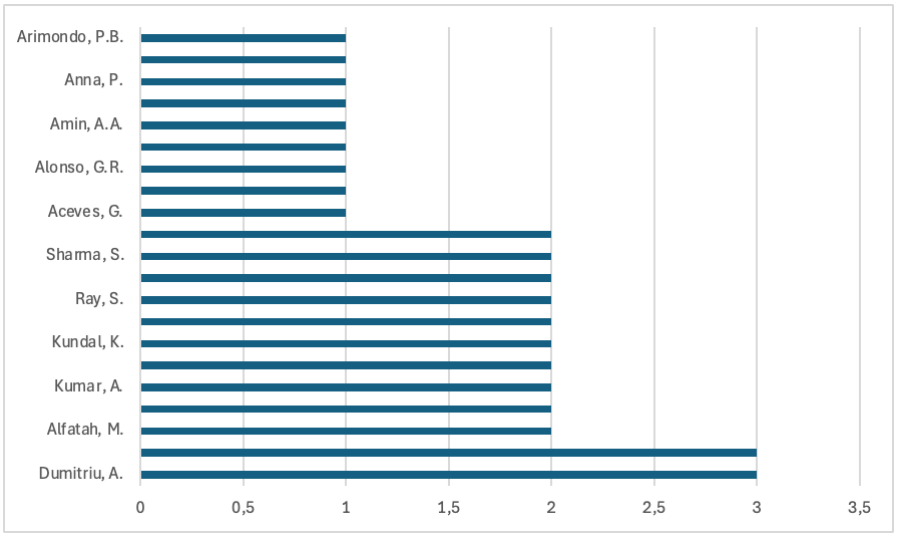

Figura 6. Principales autores que realizan investigaciones y tienen publicaciones científicas sobre bioarte.

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

La Figura 7 muestra la red de co-ocurrencias de palabras clave sobre bioarte y su relación con la tecnociencia. El tamaño del nodo es un indicador de la frecuencia e importancia relativa, es decir, las palabras más grandes indican ser las más centrales para esta investigación. Las diferencias en los colores indican clústeres o grupos temáticos específicos. En general la figura muestra como el bioarte se vincula con el arte, la ciencia y la tecnología formando campos científicos bien definidos.

El Clúster 1 (Rojo): este grupo es el más amplio y está integrado por las investigaciones que le han dado cuerpo y forma a la base teórica y conceptual del bioarte. Explora cómo se relaciona la ciencia, la tecnología, la biología y la creación artística. Se reflexiona sobre las cuestiones éticas y filosóficas como ¿Qué es la vida? ¿Por qué modificarla? ¿El ser humano sigue o seguirá siendo humano? Es decir, se genera una base teórica, muy crítica y reflexiva sobre las relaciones bioarte, ciencia, tecnología y el papel de la sociedad y del hombre en estos procesos.

El Clúster 2 (Verde): este grupo es el segundo en importancia por tamaño y está integrado por los aspectos experimentales del bioarte se centra en la manipulación y/o modificación biológica y sus aplicaciones científicas. Se tratan de investigaciones que integran organismos vivos (humanos y animales) utilizando herramientas como la biología molecular y la biotecnología para el desarrollo del arte. Estas investigaciones se acercan más a la ciencia como el caso de la edición genética que al arte.

El Clúster 3 (Azul): este grupo representa una visión ética y humana del bioarte y se relaciona con las intervenciones biotecnológicas en el cuerpo humano. Es decir, se enfoca en analizar el impacto del bioarte en el cuerpo humano, presenta un fuerte componente sobre la ética y la modificación genética cuestionando las implicaciones de este tipo de prácticas. Asimismo, vincula la creación del arte con el cuerpo humano como objeto de análisis y creación.

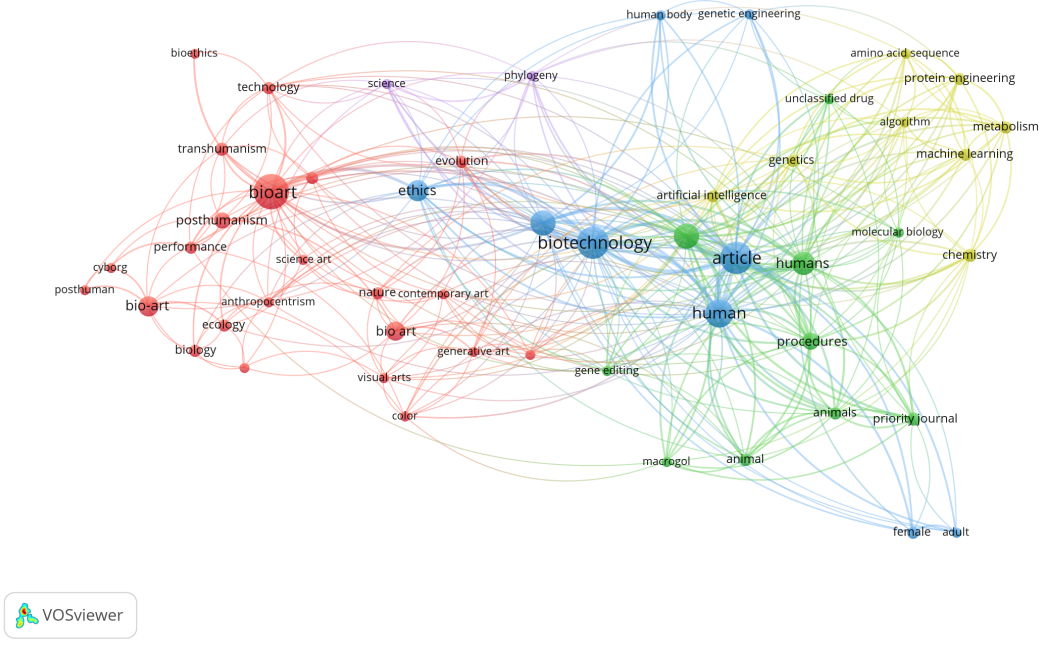

Figura 7. Red de co-ocurrencia de palabras clave del bioarte y su relación con la tecnociencia.

El Clúster 4 (Amarillo): este grupo está formado por las investigaciones que se orientan al análisis computacional y biotecnología avanzada del bioarte. En esta se incluye el uso de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y los análisis moleculares. Así mismo, se vincula con la secuencia de aminoácidos, la ingeniería proteica y sobre estudios de metabolismo celular. Este clúster combina la biotecnología, la química, la informática y el arte.

El Clúster 5 (Morado): este grupo es el más pequeño y su integración se enfoca a analizar un tema fundamental para el bioarte que es la comprensión científica del origen y de la evolución de la vida. Lo anterior indica la relación más estrecha entre el bioarte y la tecnociencia.

En la Figura 8 es posible identificar las tendencias sobre las investigaciones relacionada con el bioarte y la tecnociencia. Es posible identificar como el origen del desarrollo conceptual se sitúa en los nodos más amplios de color azul. Es decir, en este periodo de tiempo entre el 2016 y 2018 se consolidan las perspectivas teóricas y filosóficas. Posteriormente se identifica una etapa de madurez entre el 2020 y 2022 e incluye la incorporación de otras áreas disciplinares, es decir, ocurre la interdisciplinariedad. En la etapa final ubicada del 2024 en adelante es posible percibir la incorporación de las tecnologías emergentes que incluye la inteligencia artificial, la biotecnología avanzada y la biología computacional. Lo anterior sugiere que el bioarte no es solo un concepto artístico sino que está migrando hacia la intervención humana con un enfoque de tecnociencia muy avanzado.

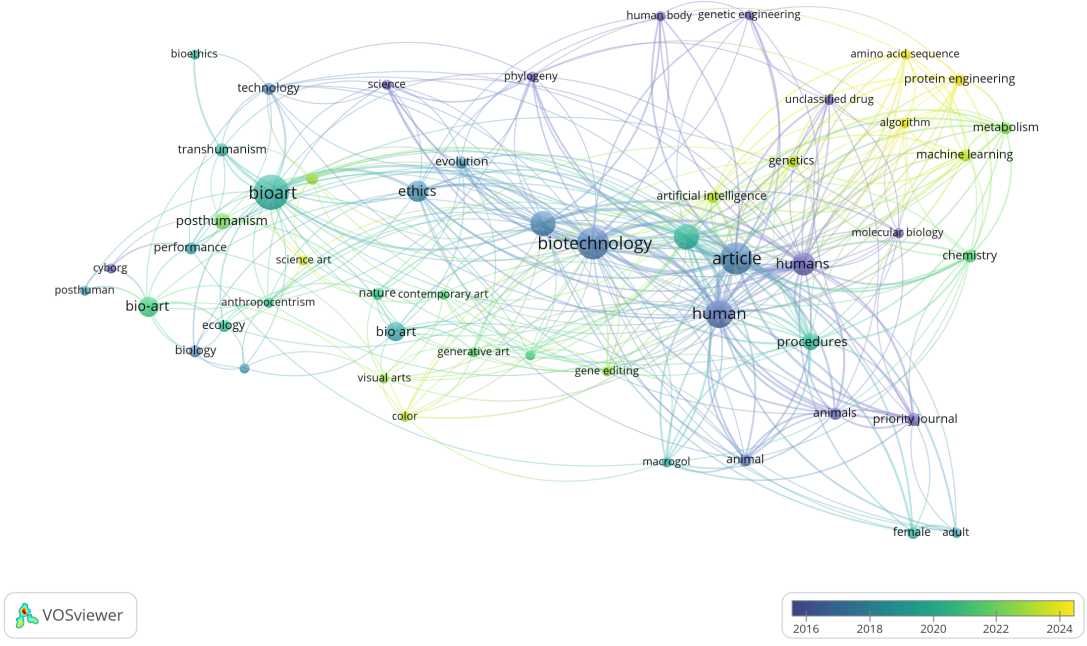

Figura 8. Tendencias sobre las investigaciones de bioarte y su relación con la tecnociencia.

En la Figura 9 se presenta la densidad de co-ocurrencia de las palabras clave. Las zonas amarrillas brillantes indican una fuerte concentración de las investigaciones sobre esos temas en concreto. Por otra parte, las zonas verdes y azules son temas poco explorados o estudiados. Es posible identificar dos polos de desarrollo del conocimiento claramente definidos. Del lado izquierdo investigaciones relacionadas con el arte, la filosofía y la ética. Del lado derecho la ciencia, la tecnología, la biotecnología y las tecnologías relacionadas con la

agricultura 4.0 y 5.0. En conjunto podemos observar que el bioarte es un campo muy dinámico que se ha vuelto interdisciplinario y que integra como base a la tecnociencia avanzada.

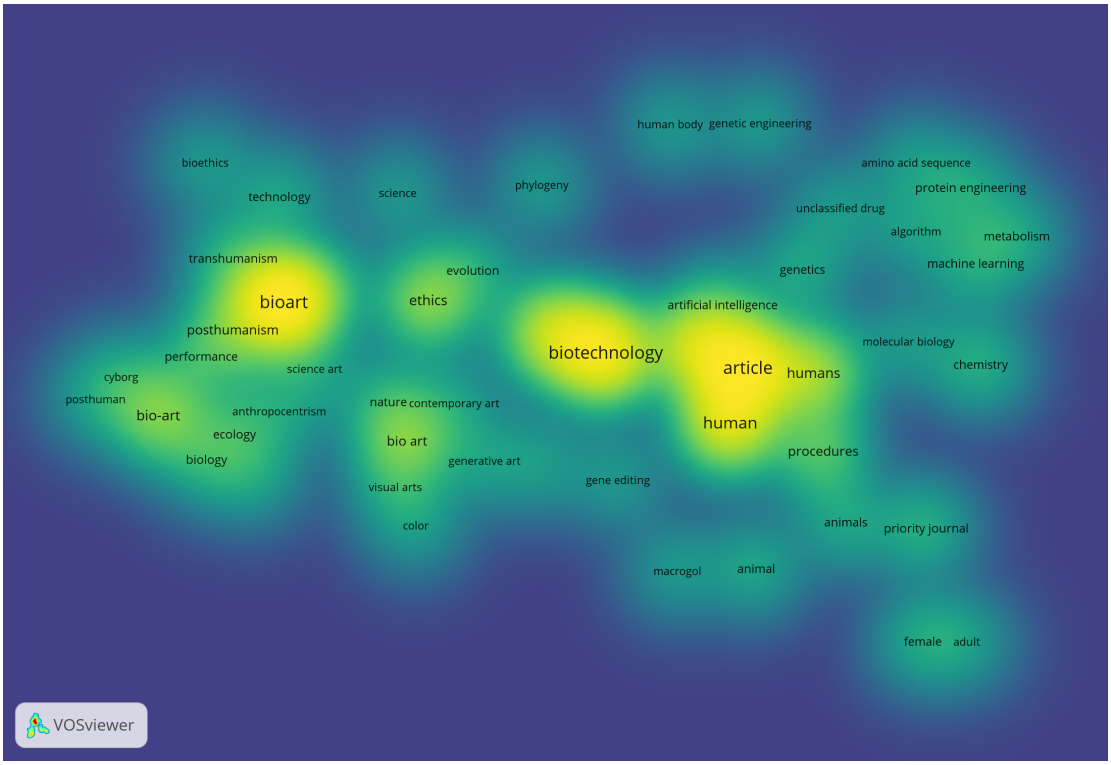

Figura 9. Densidad de co-ocurrencia de las palabras clave sobre investigación del bioarte y su relación con la tecnociencia.

Discusión

El bioarte constituye un campo de investigación en proceso de consolidación, caracterizado por un crecimiento sostenido de la producción científica. El incremento gradual de publicaciones observado durante las últimas décadas refleja un mayor interés académico por comprender las relaciones entre el arte, la biología, la biotecnología y las ciencias sociales. Este comportamiento es consistente con lo reportado por Pietarinen y Qureshi (2024), quienes señalan que el bioarte continúa ampliando sus fronteras conceptuales conforme se incorporan nuevas perspectivas de investigación y colaboración interdisciplinaria. En este sentido, el crecimiento de la producción científica no solo representa un aumento cuantitativo de publicaciones, sino también un indicador del fortalecimiento progresivo de este campo de conocimiento.

Asimismo, la concentración de la producción científica en determinados países y áreas del conocimiento pone de manifiesto que el desarrollo del bioarte depende, en gran medida, de la existencia de infraestructura científica e inversión. La presencia predominante de disciplinas relacionadas con las ciencias biológicas, la tecnología y las artes confirma el carácter híbrido del bioarte, el cual requiere la integración de metodologías, enfoques y lenguajes provenientes de diferentes campos del conocimiento. Al respecto, Beltrán-Luengas (2022) sostiene que el bioarte trasciende la producción estética al generar espacios de reflexión donde convergen dimensiones científicas, culturales y bioéticas. Donde la colaboración entre arte y ciencia fortalece la generación de conocimiento transdisciplinario, aunque aún enfrenten desafíos institucionales para consolidarse plenamente.

Por otra parte, la concentración de publicaciones en un número reducido de autores sugiere que el bioarte continúa siendo un campo emergente, en el que pocos investigadores lideran el desarrollo de las principales

líneas de investigación. Siendo este comportamiento característico de disciplinas científicas en consolidación en donde conforme aumenta el interés internacional y se amplían las redes de colaboración, es probable que la participación de nuevos investigadores contribuya a diversificar los enfoques y fortalecer la madurez científica del bioarte.

De acuerdo con las investigaciones acerca del bioarte, es evidente la tensión entre el arte, la biotecnología y la ética. Estos factores participan en implicaciones genéticas como la manipulación y uso de organismos vivos con fines biotecnológicos; sin embargo, estas intervenciones tienen impacto a nivel emocional y social. En concordancia con Ahmedien (2023), quien refiere que el bioarte facilita la comprensión en los avances científicos, Peña (2024), también menciona que el bioarte permite una reflexión crítica en su papel dentro de la tecnología, lo cual genera interrogantes y dudas sobre la ética; pero también, permite un diálogo de saberes entre la ciencia, la sociedad, la vida y el arte.

En relación con la manipulación genética y el uso de organismos vivos para nuevas formas de ciencia y tecnología, Beltrán-Luengas (2022), menciona que para el impacto emocional y social derivado del bioarte, puede ser necesario un proceso de resignificación de la vida y del mundo. Lo anterior con la finalidad de comprender el valor y el sentido que las personas les otorgan a los organismos vivos. Mientras que, Pietarinen y Qureshi (2024), aseguran que el uso de componentes de seres vivos en el arte no debe representar un riesgo para la vida, siempre y cuando se contrapongan los principios éticos establecidos, así como la protección de la integridad humana o animal.

Con base en esto, es importante reconocer que existe una preocupación social y emocional en el adecuado tratamiento y manipulación de organismos vivos. Así como, del desarrollo de lineamientos éticos que buscan promover y proteger el quehacer investigativo y tecnológico en materia biológica. En este sentido, Vich (2022), sostiene que el bioarte favorece una tecnoética que propicia el diálogo entre la ciencia y la sociedad acerca de las responsabilidades del uso de organismos vivos. Sin embargo, aún persiste una limitada producción científica que documente la aplicación real de estos lineamientos éticos en investigaciones de bioarte.

La evolución de las investigaciones sobre bioarte ha transitado por tres etapas, en la primera que es la fase teórica su objetivo principal era generar el conocimiento y explicar fenómenos mediante la observación y la investigación (Bayer y Edwards, 2021). De acuerdo con Botero-Valencia et al. (2025) en la fase interdisciplinaria sucedió cuando las diferentes disciplinas como: arte, biología, agronomía, informática y la ingeniería comenzaron a colaborar para enfrentar problemas más complejos. Actualmente se habla de la tecnociencia avanzada que se caracteriza por la integración entre ciencia y tecnología para producir soluciones prácticas e innovadoras, y propone un sistema de inteligencia híbrida donde científicos, agricultores, IA, modelos computacionales trabajan conjuntamente para optimizar la producción agrícola y conservar la biodiversidad (Berger, 2024).

La IA y la robótica ofrecen nuevas posibilidades mediante la automatización, monitoreo continuo, toma de decisiones basadas en datos, optimización de recursos (Hamrani et al., 2025), lo que potenciará el desarrollo de nuevas interacciones. Es decir, la inteligencia artificial generativa, aprendizaje automático interactivo, computación de alto rendimiento, gemelos digitales de explotaciones agrícolas, entre otras tecnologías en conjunto permiten simular el comportamiento de agricultores, científicos, artistas y ecosistemas con lo que se puede predecir impactos ambientales de distintas prácticas agrícolas, diseñar subsidios e incentivos eficientes para la conservación, mejorar la coordinación entre actores rurales, optimizar simultáneamente producción y biodiversidad.

Sin embargo, de acuerdo con Ali et al. (2025) A pesar de la globalización aún existe un desequilibrio regional ya que las investigaciones están concentradas principalmente en países como: China, India, Estados Unidos, aunque esto ya es una limitante existen otras dos. La primera se relaciona con la escasa diversidad de aspectos estudiados. La segunda es que los modelos e investigaciones a la hora de llevarlos a la práctica funcionan bien solo donde fueron creados y entrenados, pero suelen deteriorarse o fallar cuando cambian ya sea de región, clima, estación del año, especies de cultivo.

Derivado de todo lo anterior Orrghen (2017), señala que se prevé que el bioarte evolucionará como un espacio interdisciplinario donde los artistas no solo utilizarán tecnologías biológicas, sino que participarán en ellas desde laboratorios, centros de investigación y proyectos científicos. Asimismo, se plantea que habrá un incremento entre artistas, científicos, e ingenieros, generando así nuevas formas de producción de

conocimiento, creando así el escenario donde el bioarte tendrá un papel relevante en la reflexión crítica sobre temas contemporáneos. Lo anterior, dará lugar a nuevas formas de expresión, de creación de ciencia, tecnología y arte, y de generación de conocimiento.

Conclusiones

El bioarte constituye un campo interdisciplinario que continúa en proceso de consolidación científica. Si bien durante las últimas cuatro décadas se ha observado un incremento sostenido en la producción científica, este crecimiento aún se concentra en un número limitado de países, instituciones y autores, lo que evidencia que su desarrollo depende de comunidades académicas específicas. Asimismo, el predominio de publicaciones en las áreas de artes y humanidades, acompañado por la participación de disciplinas como la biología, la genética, la informática y las ciencias sociales, evidencia el carácter interdisciplinario del bioarte. No obstante, la consolidación de este campo no depende únicamente del incremento de la producción científica, sino también de la capacidad para afrontar los desafíos que emergen de la interacción entre las distintas disciplinas que integran.

Es claro que el bioarte ha evolucionado significativamente desde sus primeras apariciones en artículos científicos. Desde hace cuatro décadas hasta la actualidad, el bioarte ha logrado posicionarse como un campo de estudio estrechamente relacionado con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, sigue siendo un campo de estudio reducido y uno de los principales desafíos que presenta es la discusión sobre la responsabilidad ética e implicaciones sociales que implica el uso de organismos vivos y manipulación biológica en las innovaciones científicas. Al tratarse de un concepto relativamente nuevo, estas discusiones éticas y sociales requieren de una constante revisión y negociación, en donde confluyen la producción científica, tecnológica, artística y bioética. Esta negociación reconoce la necesidad de tomar medidas precautorias y de protección de los organismos vivos, así como, atender a las preocupaciones sociales e impacto emocional que estás prácticas generan.

Por otra parte, la transición de la ciencia hacia la tecnociencia avanzada refleja una mayor integración entre conocimiento científico, tecnológico, artístico y la inteligencia artificial para resolver problemas complejos de manera práctica. Así como para mejorar la sostenibilidad y la gestión de recursos, pero aún existen retos, como la transferencia de estas tecnologías a distintos contextos y regiones. En ese sentido, el bioarte emerge como un puente entre arte, ciencia y sociedad. El bioarte más allá de una expresión estética, es una herramienta para reflexionar críticamente sobre impactos éticos, sociales y ambientales, por esto el futuro del bioarte y tecnociencia apunta a una producción de conocimiento más colaborativa y enfocada a enfrentar retos de sostenibilidad. Es decir, se trata de un campo tecnocientífico complejo que está redefiniendo los límites entre la ciencia, la tecnología y el arte que se dinamizará con la integración de las nuevas tecnologías.

Referencias

Ahmedien, D. A. M. (2023). Analysing bio-art's epistemic landscape: From metaphoric to post-metaphoric structure. BioSocieties, 18(2), 308–334. https://doi.org/10.1057/s41292-022-00270-y

Ali, Z., Muhammad, A., Lee, N., Waqar, M., & Lee, S. W. (2025). Artificial intelligence for sustainable agriculture: A comprehensive review of AI-driven technologies in crop production. Sustainability, 17(5), 2281. https://doi.org/10.3390/su17052281

Baier-Fuentes, H., Merigó, J. M., Amorós, J. E., & Gaviria-Marín, M. (2019). International entrepreneurship: a bibliometric overview. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *15*(2), 385–429. https://doi.org/10.1007/s11365-017-0487-y

Bayer, P. E., & Edwards, D. (2021). Machine learning in agriculture: From silos to marketplaces. Plant Biotechnology Journal, 19(4), 648–650. https://doi.org/10.1111/pbi.13521

Beltrán-Luengas, E. (2022). Conflictos bioéticos y estéticos en el bioarte: una perspectiva desde las emociones. *Revista de Antropología y Arqueología*, 46, 51-74.

Berger, T., Gimpel, H., Stein, A., Troost, C., Asseng, S., Bichler, M., Bieling, C., Birner, R., Grass, I., Kollmann, J., Leonhardt, S. D., Schurr, F. M., & Weisser, W. (2024). Hybrid intelligence for reconciling biodiversity and productivity in agriculture. *Nature Food*, *5*(4), 270-272. https://doi.org/10.1038/s43016-024-00963-6

Boland, A., Cherry, G., & Dickson, R. (2017). *Doing a systematic review: A student's guide.* (2nd. Editi). Sage. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Zpc3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=systematic+review+methodology&ots=KhF49IPSt4&sig=8JmXZy_eFgBmoeasjVdNY2Gugys#v=onepage&q=systematic review methodology&f=false

Botero-Valencia, J., García-Pineda, V., Valencia-Arias, A., Valencia, J., Reyes-Vera, E., Mejia-Herrera, M., & Hernández-García, R. (2025). Machine learning in sustainable agriculture: Systematic review and research perspectives. Agriculture, 15(4), 377. https://doi.org/10.3390/agriculture15040377

Bourdieu, P. (1976). Le champ scientifique. *Actes de La Recherche En Sciences Sociales*, *2*(2), 88–104. https://doi.org/10.3406/arss.1976.3454

Cruz-Ramírez, M., Díaz-Ferrer, Y., Rúa-Vásquez, J. A., & Rojas-Velázquez, O. J. (2020). Estudio cienciométrico de una red de coautoría en educación matemática. Un análisis de sus campos de investigación basado en el método Delphi. *Revista Española de Documentación Científica*, *43*(4), e281. https://doi.org/10.3989/redc.2020.4.1727

Elaziz, H. (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

García-Perdomo, H. A. (2015). Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/metaanálisis. *Urologia Colombiana*, *24*(1), 28–34. https://doi.org/10.1016/j.uroco.2015.03.005

Hamrani, A., Allouhi, A., Bouarab, F. Z., & Jayachandran, K. (2025). AI and robotics in agriculture: A systematic and quantitative review of research trends (2015–2025). Crops, 5(5), 75. https://doi.org/10.3390/crops5050075

Kerbe, W., & Schmidt, M. (2015). Splicing Boundaries: The Experiences of Bioart Exhibition Visitors. *Leonardo, 48*(2), 128-136. https://doi:10.1162/LEON_a_00701

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, *106*(1), 213–228. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5

Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, *11*(3), 184–186. https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184

Orrghen, A. (2017). Surveying the literature on technoscience art: From pioneer stories to collaborations between artists, scientists and engineers as the object of study. Digital Creativity, 28(2), 157–176. https://doi.org/10.1080/14626268.2017.1322986

Pérez Tort, S. (2024). 40000 años de bioarte: Lo viviente en las prácticas del arte. *Del Prudente Saber y el Máximo Posible de Sabor, 19*. https://doi.org/10.33255/26184141/1766e0031

Peters, M. D. J., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, *13*(3), 141–146. https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050

Peña, C. (2024). El bioarte como Poética crítica. *Estudios sobre Arte Actual, 12*, 2340-6062.

Pietarinen, H., & Qureshi, A. (2024). Blurring bioart boundaries. *Frontiers in Communication, 9*, Article 1458493. https://doi.org/10.3389/fcomm.2024.1458493

Stoltz, Barbara. 2023. A Nature Thing: What Does Contemporary Ecological Art Produce? Arts 12: 67. https://doi.org/10.3390/arts12020067

Tumusiime Nabirye, K. (2024). Exploring the intersection of biology and art: A study of bioart. Research Output Journal of Education, 3(2), 53–56.

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2020). VOSviewer Manual. In *Leiden: Univeristeit Leiden* (Number November, p. 53). http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.1.pdf

Vargas-Canales, J. M., Brambila-Paz, J. de J., Pérez-Cerecedo, V., Rojas-Rojas, M. M., López-Reyna, M. del C., & Omaña-Silvestre, J. M. (2022). Trends in science, technology, and innovation in the agri-food sector. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, *5*(1), 2115829. https://doi.org/10.1080/25729861.2022.2115829

Vargas-Canales, J. M., Orozco-Cirilo, S., Medina-Cuéllar, S. E., Camacho Vera, J. H., & García-Melchor, N. (2023). Tendencias de la bioeconomía en la búsqueda de un modelo económico sustentable. *Acta Universitaria*, *33*, 1–19. https://doi.org/10.15174/au.2023.3920

Vich, J. (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