

AUGUSTO ZUBIAGA

Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco,  
Departamento de Escultura, UPV/EHU  
[augustopedro.zubiaga@ehu.es](mailto:augustopedro.zubiaga@ehu.es)

LOURDES CILLERUELO

Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad del País Vasco, UPV/EHU  
[lourdes.cilleruelo@ehu.es](mailto:lourdes.cilleruelo@ehu.es)

KARLA TOBAR

Facultad de Bellas Artes, Departamento de Arte y Tecnología, UPV/EHU  
[tobar.karla@gmail.com](mailto:tobar.karla@gmail.com)

# Mehr Licht

La gestión de lo inexplicable: luces y sombras de las prácticas transdisciplinares tecnoartísticas

**MEHR LICHT!****THE MANAGEMENT OF THE UNEXPLAINABLE: LIGHTS AND SHADOWS OF  
TRANSDISCIPLINARY AND TECHNO-ARTISTICAL PRACTICES****ABSTRACT**

An interdisciplinary group of researchers of the UPV/EHU is working on a line of research from which we try to contribute elements that can provide theoretical reflection and the implementation of transdisciplinary proposals. Interdisciplinary practices by definition, and moreover those that involve techno-artistic spaces, encompass such a vast field of possibilities that it is necessary to have an orientation guide born from an inner need (Kandinsky, 1992). For this reason, the contributions that can be made will always be very partial and subjective, and the unity of reason will only be able to emerge from the multiplicity of their voices (Habermas, 1988).

But the harmonic addition of subjectivities will only be possible when each one is capable of articulating its story. What this story is, must be something that everyone must discover on its own. In this article, we examine the issues raised around a concrete transdisciplinary proposal that has to do with the development of a techno-aesthetic network in the field of network's connectionism and the BEAM robotics, –a theoretical device that will knit together different human, technical and material instances–, a partial example whose aspiration would be to become one among many others.

**Keywords**

Transdisciplinary practices, intuition/reason, creative processes, art education, DIY, Robotics BEAM, recycling.

**RESUMEN**

Un grupo de investigadores de la UPV/EHU estamos trabajando en una línea de investigación desde la cual intentamos aportar elementos que sirvan para la reflexión teórica, y la puesta en práctica de propuestas transdisciplinares. Las prácticas transdisciplinares por definición, y más aún si cabe aquellas que involucran espacios tecnoartísticos, abarcan un campo de posibilidades tan inmenso, que se hace especialmente necesario contar con una guía de orientación que nazca de la necesidad interior (Kandinsky, 1992). Por eso, las aportaciones que se puedan hacer siempre serán muy parciales y subjetivas, y la unidad de la razón solo podrá aflorar a partir de la multiplicidad de sus voces (Habermas, 1988).

Pero la suma armónica de subjetividades solo será posible cuando cada una sea capaz de articular su relato. En qué consiste ese relato es algo que deberemos descubrir por nosotros mismos. En este artículo, damos cuenta de las cuestiones suscitadas en torno a una propuesta transdisciplinar concreta, que tiene que ver con el desarrollo de un entramado tecno-estético en el ámbito de las redes conexionistas y la robótica BEAM,<sup>1</sup> –un artefacto teórico/práctico en el que se imbrican distintas instancias humanas, técnicas y materiales–, un ejemplo parcial cuya aspiración consistiría en ser uno entre muchos.

**Palabras Clave**

Prácticas transdisciplinares, intuición/razón, procesos creativos, educación artística, DIY, Robótica BEAM, reciclaje.

## 1 INTRODUCCIÓN

*Mehr Licht!* El último aliento de Goethe nos sirve de pretexto introductorio, para recordar aquella antigua aspiración a la fusión de la luz romántica y *las luces* de la razón. Podemos jugar con la analogía y observar ciertas líneas de futuro que van perfilándose en revistas especializadas de electrónica (*Elektronik*, s.f.), que sugieren que quizás la luz y sus aplicaciones en optoelectrónica contribuyan a verificar ese salto cualitativo que unas computadoras a las que cada vez les cuesta más cumplir con la *Ley de Moore* demandan con urgencia.

Desde el Arte, ni aspiramos ni podemos aspirar a solucionar esos problemas, pero alternativamente, quizás podamos sugerir estados de conciencia proclives a imaginar ucronías, induciendo, por ejemplo, a pensar no solo en términos de lo que ya es, sino también de lo que pudiera llegar a ser, o haber sido. Los viejos ecos aristotélicos de la forma formante resuenan para nosotros en el sueño de Goethe-Fausto de encontrar el *sí mismo* aunando razón e intuición, arte y ciencia, pero nos hacen recordar también los años 80 del siglo pasado, cuando se editaban los *Fragmentos para una teoría romántica del arte* (Novalis et al., 1987), o las *Conversaciones de Estética* (Pareyson, 1988). La sensación de *Déjà vu* sugiere cierta pertinencia..., que quizás nos vemos otra vez en la necesidad de regresar a un punto desde el que retomar, no sin ciertos tintes melancólicos -la versión del *My Way* de Sid Vicious es un buen marco sentimental-, otros *no-futuros* posibles.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. LA GESTIÓN DE LO INEXPLICABLE

En este artículo, intentaremos enviar la crónica provisional de una expedición a una selva enmarañada de la que aún no hemos podido regresar, porque estamos enredados en la tecnodiversidad: ese caos de recetas científico-tecnológicas actuales y obsoletas, frescas y de sabor *vintage*, espacio que comparten tecnologías vivas y florecientes, y tecnologías muertas y en descomposición. Para nosotros, todas ellas van cargadas de sugerencias inagotables para la puesta en práctica de propuestas artísticas, pues coexisten en una *zona* que, como la homónima de la película *Stalker* (Tarkovski, 1979) va cristalizando a nuestro alrededor como una realidad virtual salvaje, con una capacidad de representación (quizás ya habría que decir suplantación) y una complejidad tan subyugante, que pugna por sustituir a la realidad-real, invitándonos a una exploración, y por qué no decirlo, a un saqueo sin límites a la vista.

Zizek (2011) describe un panorama en el que el reto de lo ingestible se halla ahora en el resultado del desdoble de la realidad en un doble científico-tecnológico tan fiel a la realidad-real, que de hecho llega a hacerse pasar por ella, incluso en su carácter impredecible y caótico. En este nuevo contexto selvático, donde la modernidad y su aspiración a la comprensión metódica y racional se ve obligada a abandonar toda esperanza de culminación, emerge el artista que, como gestor de lo inexplicable, puede y debe desdoblarse y desplegarse en lo tecno-científico, un ámbito de actuación urgente, pero también un ecosistema prometedor. De hecho, a día de hoy, los mordiscos arrancados a lo real mediante el método científico se amontonan en un volumen tal, que se hacen imprescindibles nuevos esfuerzos de interpretación en clave de síntesis intuitiva, que nuevos artistas y científicos, expertos en poner en orden y dar sentido a una acumulación de datos que se ha vuelto virtualmente infinita, y por tanto ingobernable, deben ser capaces de afrontar.

Desde nuestro ámbito centrado en la didáctica y en la praxis artística (Thomas, 2011), podemos proponer combinar intuitivamente las ideas de base que se esconden bajo las argumentaciones científico-tecnológicas, ciñéndonos, por ejemplo, a posibles pecoreos, recorridos autolimitados alrededor de nuestra colmena, que puedan dar cuenta puntual de resultados, a la hora de libar patrones inusuales, o combinaciones interesantes. Creemos que el contexto de las prácticas artísticas tecnológicamente mediadas ofrece un buen refugio desde donde aventurarse a explorar lo aparentemente inútil y obsoleto, y explorarse reflexivamente, porque en esas paradójicas excursiones que nos toca realizar cada vez, partiendo del arte y acabando, como no puede ser de otra manera, en el arte, competimos solo contra nosotros mismos, en un bucle en el que la idea de progreso deja de tener sentido: el tiempo de nuestros iguales ni suma ni resta.

De hecho, hacer uso de los últimos medios tecnológicos no es la única opción: a veces el futuro se parece mucho al pasado. Si en algún sitio existe un atajo por el que perdernos, no estará tanto allá donde innovemos tecnológicamente, (repetimos que no es ese nuestro cometido), sino donde consigamos poner un poco en cuestión los fundamentos del paradigma tecnológico vigente, su trazado, su rigor e inexorabilidad, cuando logremos levantar fantasías lo suficientemente verosímiles o convincentes, como para que nos hagan creer por un momento que quizás ha merecido la pena perderse, y que las cosas pueden hacerse, o incluso han podido haberse hecho, de manera radicalmente diferente. Pongamos un ejemplo:

En cuanto a aplicaciones prácticas, la experiencia demuestra que NO existe un sólo robot limpiador, barredor, industrial, doméstico, comercialmente disponible para usos serios que haga uso de dicha robótica BEAM. Su estudio es más un acto de curiosidad innata, y meramente educativo, pero si el estudiante desea realizar sistemas útiles y elegantes, es mejor pasar por alto la robótica BEAM y adentrarse en el mundo de los microcontroladores. Es importante recordar que esta rama data de la época de los años 90 del siglo XX, y por lo tanto es ahora en el siglo XXI algo obsoleto y fugaz. Sería algo parecido a comparar un sistema de entretenimiento casero XBOX 360 del año 2009 (Microcontroladores) con un Arcaico 2600 Game computer de 1978. ("Robótica BEAM", s.f.)

La entrada en la *Wikipedia* lo deja bien claro: la robótica BEAM, desarrollada sobre todo en los 90, pero con raíces mucho más profundas,<sup>2</sup> no es para algunos el camino adecuado para acometer ningún sistema útil ni elegante. Esa advertencia es para nosotros una invitación. ¿Por qué no podemos fantasear con algún modo de programación informática borrosa (Kosko, 2006) basada en supuestos que nieguen de partida la obligación de programar en base a ceros y unos? ¿Es incluso pertinente? Cualquier progreso en dicha pretensión ¿descabellada? dará como fruto un cierto tipo de computación que quizás no será compatible con ninguna otra convencional existente: fiel a sí misma, cada vez constituirá de nuevo un ejercicio irreplicable de adaptación al medio, pero también de soledad y desarraigo. La Máquina de Turing que han construido en el *Instituto Politécnico de Lyon* (Fleury, 2012) con el auxilio de piezas LEGO constituye un interesante síntoma de regresión inconsciente, un indicio de que para algunos va siendo hora de repensar el concepto de programación desde sus premisas básicas y fundamentales, desde el juego infantil. Ese repensar puede ser útil y necesario, cuando el propio avance científico va a poner en nuestras manos, pero sobre todo en las de nuestros hijos, giros que supondrán, sin duda, oportunidades insospechadas.<sup>3</sup>

### 3 METODOLOGÍA DE TRABAJO. ESTRATEGIAS TRANSDISCIPLINARES

En el marco de un proyecto de investigación financiado por la UPV/EHU en el que colaboramos la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao y la Facultad de Bellas Artes de la misma Universidad, bajo el título *Transformando la educación a través del Arte y los Media; Prácticas Transdisciplinares*, un grupo de docentes e investigadores estamos desarrollando iniciativas concretas encaminadas a generar conocimiento transdisciplinar en esa zona de difícil delimitación a la que antes nos hemos referido.

La metodología del proyecto de investigación está asentada en tres anclajes, que se interrelacionan y avanzan trenzándose dinámicamente. En primer lugar, estamos generando un registro o base de datos, una cartografía y mapa de conexiones de instituciones que trabajan en el ámbito de las prácticas transdisciplinares, procurando una identificación y categorización de las diferentes líneas de trabajo que se están desarrollando actualmente. En segundo lugar, estamos interesados en aprender a establecer contacto con científicos de aquellas áreas de conocimiento que puedan estar vinculadas de alguna manera con nuestras propuestas, pero sobre todo queremos conocer de primera mano lo que se espera de nosotros desde ese ámbito. Este acercamiento nos ayudará a tomar conciencia del espacio de legitimidad de las prácticas artístico-tecnológicas contemporáneas, desde el punto de vista de una sociedad del conocimiento hipertecnificada. En tercer lugar, estamos desarrollando diferentes hilos argumentales, en forma de propuestas teórico-prácticas concretas, con la finalidad de ser implementadas en el contexto docente y de investigación. Estas propuestas, auténticos *McGuffin* (pretextos que desencadenan y guían la acción) o herramientas heurísticas si se quiere (Pólya, 1973), nos sirven, por un lado, de *hoja de ruta* a la hora de establecer contactos preliminares con instancias del ámbito tecno-científico, y por otro, son susceptibles de ser articuladas y rentabilizadas como material artístico y didáctico, adquiriendo, por ejemplo, forma de juegos de rol, prácticas docentes transdisciplinares, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), exposiciones artísticas, etc.

Así, vemos que en estas tres líneas de actuación, lo subjetivo, lo objetivo y el campo social se imbrican en una estructura en la que es posible generar racionalidad y conocimiento (*know how+know that*). Hasta el momento, nuestra iniciativa va tomando cuerpo en base a una serie de contactos con distintas instancias procedentes del ámbito científico, que se han verificado a través de charlas y encuentros de carácter puntual promovidos por la propia UPV/EHU,<sup>4</sup> y de citas y entrevistas concertadas con representantes concretos del ámbito académico. En dichos encuentros, hemos puesto en práctica nuestros pretextos, esas *hojas de ruta* que nos han permitido desarrollar protocolos de comunicación específicos, en base a casuísticas concretas y acotadas. Además de constituir *per se* auténticas propuestas artísticas, estas casuísticas a las que aludimos tienen un valor heurístico a nuestro juicio imprescindible. De hecho, están construidas atendiendo a un enfoque que busca fomentar “estados creativos” mediante propuestas sinécticas (Gordon, 1961), con un grado de provocación suficiente como para generar reacciones no sólo racionales, sino también de carácter emotivo.

#### 4 DESARROLLO DEL TEMA: LO QUE PUDO HABER SIDO, LO QUE NUNCA SERÁ

El ejemplo práctico que vamos a describir a continuación atiende sobre todo al objetivo de buscar recorridos alternativos a los convencionales a la hora de solucionar distintas cuestiones técnicas y artísticas relacionadas con el ámbito genérico de la representación de sistemas orgánicos. Culminará su desarrollo con una publicación de carácter didáctico en la que se dará cuenta de los contenidos artísticos, técnicos y procedimentales activados, y de su posible adecuación transversal a distintas áreas de conocimiento (Tecnología, Biología, Informática, Plástica, etc.). Además, se propondrán los recursos concretos que se puedan derivar de ella, para ser implementados, en principio, en el currículo de Educación Secundaria (ABP).

Concretamente, se aborda la posibilidad de recuperar conceptos de computación anteriores a la arquitectura binaria de Von Neumann, que en su momento fueron abandonados por poco prácticos (Crevier, 1996; Simon, 1979), pero que merece la pena reciclar, por lo que implican, ya sea simbólicamente, de modelo alternativo (Cibernética, Perceptrones McCulloch-Pitts, etc.), para imaginar *lo que* (la computación) *pudo haber sido*, *lo que* (quizás) *nunca será*.<sup>5</sup>

Nuestra propuesta, que desarrolla contenidos de representación tecno-bio-artística en el contexto de la robótica BEAM, ha dado lugar a líneas de desarrollo aún en proceso de exploración, en el ámbito de la didáctica de la electrónica básica, la computación analógica, y la simulación del funcionamiento de redes neuronales biológicas, incluyendo fundamentos de neumática, arte interactivo, etc. Consiste básicamente en desarrollar un sistema de redes neuronales, que sea capaz de integrar computacionalmente estímulos procedentes del entorno circundante, y que gestione el funcionamiento de unos entes neumáticos que emulen las características motoras de los sistemas cardiacos biológicos, utilizando exclusivamente recursos de optoelectrónica analógica<sup>6</sup> (Fig.1).

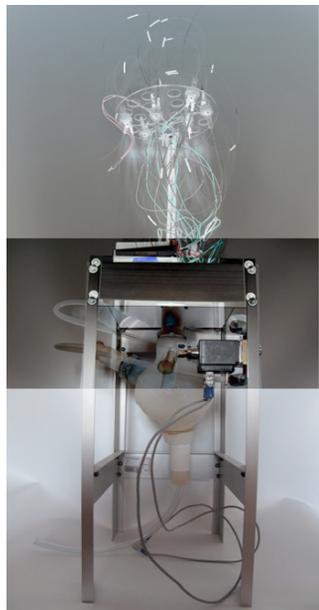
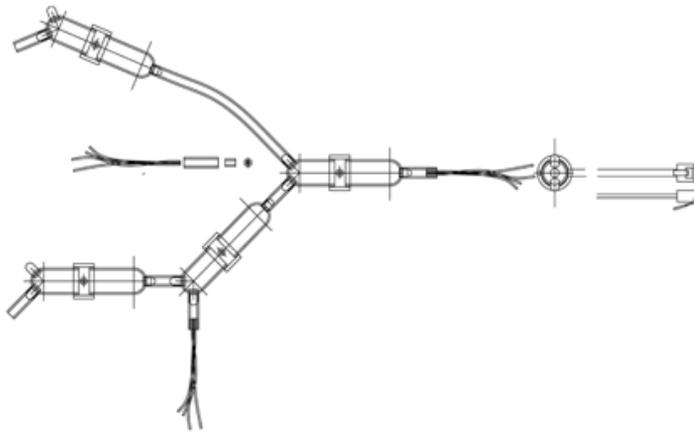


Figura 1. Augusto Zubiaga, *Cuidados Intensivos*, 2013. Cortesía del artista.

## 5 RESULTADOS: REDES NEURONALES Y COMPUTACIÓN CONEXIONISTA

A partir de la premisa de que sería posible realizar por medios de computación analógica aquello que a día de hoy se está realizando en cientos de escuelas de arte y tecnología por medios digitales, en concreto y sobre todo con el auxilio de la placa *Arduino*, el proyecto ha ido desarrollándose en base a una estrategia de búsqueda de soluciones parciales a problemas concretos, que poco a poco están dando forma a una genealogía de dispositivos que emulan en su naturaleza y desarrollo aquello que quieren representar: estructuras orgánicas en acción (Dennett, 1978; Beer, 1990).

Si somos capaces de emular el funcionamiento esquemático de una neurona, y de conectarla físicamente con otras de su especie (Fig.2), hipotéticamente podemos emular también la estructura y funcionamiento de un sistema nervioso (Russo, Webb, Reeve, Arena y Patané, 2005). El enfoque analógico (robótica BEAM) permite acceder de modo altamente intuitivo a saberes básicos transversales que faciliten tender puentes didácticos entre áreas de conocimiento complejas y altamente especializadas, como la electrónica, la teoría de la información, la mecánica y la biología.



**Figura 2.** Augusto Zubiaga, prototipo de red neuronal convergente, 2012. Cortesía del artista.

A este respecto, hemos diseñado y construido una serie de prototipos optoelectrónicos que emulan el funcionamiento de neuronas simples, que son capaces de interconectarse mediante haces sinápticos excitadores e inhibidores de fibra óptica, para reproducir los circuitos neuronales básicos (convergentes, divergentes, recurrentes y paralelos), y las diversas configuraciones (sensitivas, aferentes, eferentes, motoras, arco reflejo, etc.) derivables de su combinatoria (Von Der Becke, 1999). Estos prototipos están siendo diseñados atendiendo a una progresiva sencillez y bajo costo -esquema resistencia-condensador de Hopfield (Tank y Hopfield, 1988)-, con miras a poder ser utilizados, como ya hemos apuntado, como recurso didáctico en Educación Secundaria.

En correspondencia con el desarrollo del prototipo o kit didáctico, nuestra propuesta está generando una serie de contactos y enlaces sinérgicos que estamos explorando en la actualidad. Podemos citar por ejemplo el *Grupo de diseño en electrónica digital*, grupo de investigación del Departamento de Electricidad y Electrónica de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU, el Departamento de Neurociencias de la Facultad de Medicina, o el Departamento de Arte y Tecnología de la Facultad de Bellas Artes de la misma Universidad, donde el profesor, artista e investigador Patxi Araujo<sup>7</sup> ha desarrollado un modelo que emula el funcionamiento de las neuronas y su conectividad, mediante el software VVVV. A su vez, los resultados plásticos provisionales de nuestras primeras exploraciones se han mostrado al público en la Exposición Colectiva Internacional *Trait'd Union* realizada en Arnauero (Cantabria, 2012), en las *Jornadas Teknotrakitana*<sup>8</sup> organizadas por el Centro Cultural Huarte y patrocinadas por el Ministerio de Cultura (Navarra, 2012) y en la Exposición Colectiva *Bide Zabalak* (Fig.3) celebrada en la Sala Portalea de Eibar (Gipuzkoa, 2013).

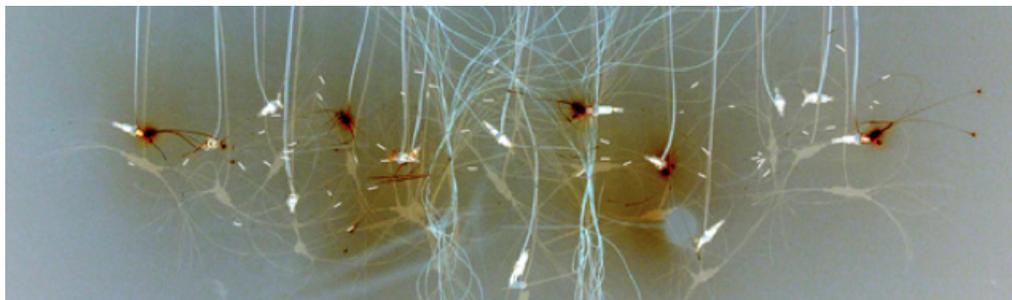


Figura 3. Augusto Zubiaga, *Cuidados Intensivos*, 2013 (Red neuronal). Cortesía del artista.

## 6 REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

El feedback que vamos recibiendo y las conclusiones provisionales del trabajo en curso pueden desplegarse en varias líneas que pasamos describir a continuación:

Desde la perspectiva de la legitimación de las prácticas artísticas contemporáneas en el marco académico, percibimos que las prácticas ligadas al entorno del arte y la creatividad demandan con urgencia espacios y contextos donde sentirse útiles y reconocidas. Es una pura cuestión de supervivencia. Esta necesidad es aún más urgente cuando de lo que se trata es de asegurar para las prácticas transdisciplinares un espacio de legitimidad como mínimo poco desarrollado aún en el ámbito de la enseñanza artística universitaria. No se trata sólo de dar respuestas, sino también de encontrar preguntas, y si nadie viene a preguntar, porque presupone que no tenemos respuestas actualizadas, estamos obligados a salir a buscarlas fuera. Como buenos publicistas, deberíamos ser capaces de convencer a los científicos-tecnólogos que es bueno colaborar, para ir construyendo un espacio donde sea posible integrar la praxis científico-tecnológica con la expresión artística y la realización personal.

Desde el punto de vista didáctico, creemos que la revisión/recuperación/reciclaje de tecnologías desfasadas o en desuso, puede ser útil e ilustrativa a la hora de acceder de forma intuitiva, por medio de la analogía, a la visualización de datos y fenómenos complejos, y además proporciona

encuadres nuevos de relectura de modos de trabajo establecidos, facilitando procesos creativos (Gordon, 1961). Investigadores como Mark Tilden (Hasslacher y Tilden, 1994) demuestran que, en principio, la revisión de conceptos considerados como obsoletos permite esbozar innovaciones de futuro, y nos puede ayudar a estar mejor preparados para asimilarlas. De hecho, uno de los mayores retos a la hora de afrontar la complejidad, y el estudio del cerebro es quizás el mejor ejemplo, lo constituye el encontrar la forma de visualizar los fenómenos complejos altamente interrelacionados que se pretende entender (Braitenberg, 1986). Aprehender intuitivamente, visualizar datos satisfactoriamente, y sobre todo, ser capaces de operar con ellos, es decir, controlarlos, puede fomentar el interés por áreas de conocimiento con un alto grado de opacidad y abstracción.

Desde el punto de vista del tipo de vínculos que puedan irse generando entre artistas, pedagogos y científicos, y de la forma de abordarlos y consolidarlos, en el recorrido efectuado hasta el momento presente, hemos podido constatar que cuando se trata de concitar el interés del mundo científico, es problemático no abordar casuísticas concretas. Dejando de lado el escollo que supone trascender el estereotipo dominante por lo que respecta a las expectativas del ámbito científico cuando entra en contacto con el ámbito artístico, y viceversa, -problema que daría en sí mismo para una investigación psico-sociológica sin duda muy fecunda-, el estilo de pensamiento científico/tecnológico puede ser bastante refractario cuando se trata de abordar cuestiones inconcretas, inespecíficas, o altamente especulativas procedentes del ámbito artístico. Por ello, una *hoja de ruta* con propuestas concretas, donde los interlocutores científicos tienen algo que entender, algo que abordar, algo que opinar, algo que enseñar, es decir, un marco definido en el que poder dar rienda suelta a su creatividad, es un punto de partida a nuestro juicio imprescindible para establecer un mínimo común denominador a la hora de pactar una comunicación fructífera. Este requerimiento demanda de nuestra parte un esfuerzo suplementario, porque se trata ni más ni menos que de seducir a los científicos en su propio terreno, de invitarles a reencuadrar su trabajo desde puntos de vista poco convencionales, pero también nos obliga a nosotros a dejarnos seducir y conducir por ellos.

Finalmente, definir el perfil o el tipo de artista que quiera relacionarse con el científico o el tecnólogo en términos de reconocimiento intersubjetivo, más allá del interés estratégico (Habermas, 1988), es una asignatura poco desarrollada en el currículo artístico actual, -aunque bien es cierto que ya están surgiendo Departamentos de Arte y Tecnología (Facultad de Bellas Artes, UPV/EHU; Laboratorio de Luz, UPV, etc.)-, porque desde nuestro punto de vista, no se trata únicamente de colaborar con expertos o pedirles ayuda para que solucionen cuestiones técnicas, sino sobre todo de definir espacios comunes (Kandinsky, 1991) y de ser capaces de llegar a incidir, siquiera mínimamente, desde el Arte, en el discurrir de la praxis científico-tecnológica, y viceversa; en definitiva, de poder contaminar (dopar) con nuestras micropropuestas, el pensamiento científico en acto, y lo que es más importante a largo plazo, llegar a calar en el pensamiento científico/artístico en potencia, a través de pedagogos y profesionales de la enseñanza del arte que puedan influir desde la infancia en la formación de nuev@s artistas y científic@s que dispongan, desde el principio, de una visión integradora de arte y ciencia.

Que el sueño de Goethe se vaya realizando es una tarea difícil, porque hay una inercia histórica separadora, un aislamiento mutuo, una gran divergencia que genera, por un lado, un determinado perfil y expectativas en el alumnado de Bellas Artes, hoy por hoy eminentemente tecnófobo, si no es en el plano de usuario, y por otro, una visión en muchos casos poco actualizada, y a veces excesivamente estereotipada, de la figura y función del artista y del docente del arte.

## Bibliografía

---

**Arduino.** (s.f.). Sitio Oficial. Recuperado el 25 de octubre de 2013 de <http://www.arduino.cc/>

**Beer, R. D.** (1990). *Intelligence as adaptive behavior: An experiment in computational neuroethology*. San Diego CA: Academic Press.

**Braitenberg, V.** (1986). *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. Cambridge MA: MIT press.

**Crevier, D.** (1996). *Inteligencia Artificial*. Madrid: Acento. Título original: (1993) *AI: the tumultuous history of the search for artificial Intelligence*.

**Dennett, D.C.** (1978). Why not the whole iguana? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 103-104.

**Elektor.** (s.f.). International media bv. Publisher of electronics and computer magazines. Publicación mensual. Recuperado el 25 de octubre de 2013 de <http://www.elektor.es/>

**Fleury, E.** (2012). The Turing Machine Comes True. CNRS Images. Recuperado el 27 de octubre de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=KrNTmOSVW-U>

**Gordon W. J.** (1961). *Synerctics: The Development of Creative Capacity*. New York: Harper & Brothers

**Habermas, J.** (1988). *Pensamiento Postmetafísico*. Madrid: Taurus

**Hasslacher, B., Tilden M. W.** (1994). Living Machines. Recuperado el 26 de octubre de 2013, de [http://www.robot.cl/pics/viaje/living\\_machines.pdf](http://www.robot.cl/pics/viaje/living_machines.pdf)

**Kandinsky V.** (1991). *Cursos de la Bauhaus* (3ªEd.). Madrid: Alianza Editorial.

----- (1992). *De lo espiritual en el Arte*. Barcelona: Labor.

**Kosko, B.** (2006). *El futuro Borroso o el Cielo en un Chip*. Barcelona: Critica

**Mullins, J.** (2009). Memristor minds: The future of artificial intelligence. *NewScientist*, issue 2715, 42-45. Recuperado 20 de octubre de 2013, de <http://www.newscientist.com/article/mg20327151.600-memristor-minds-the-future-of-artificial->

[intelligence.html](#)

**Novalis, F., Schiller, F. y A.M., Schlegel, H., von Kleist, H, Horderlin, F.,...Hegel, F.W.** (1987). *Fragmentos para una teoría romántica del arte*. Madrid: Tecnos

**Pareyson, L.** (1988). *Conversaciones de estética*. Madrid: Visor.

**Pólya, G.** (1973). *How to solve it. A New Aspect of Mathematical Method* (2<sup>nd</sup> edition). New Jersey: Princenton University Press. Recuperado el 25 de octubre de 2013, de [https://notendur.hi.is/hei2/teaching/Polya\\_HowToSolveIt.pdf](https://notendur.hi.is/hei2/teaching/Polya_HowToSolveIt.pdf)

Robótica BEAM (s.f). *Wikipedia*. Recuperado el 14 de octubre de 2013, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Robótica\\_BEAM](http://es.wikipedia.org/wiki/Robótica_BEAM)

**Russo, P., Webb, B., Reeve, R., Arena, P. y Patané, L.** (2005). A cricket-inspired Neuronal Network For FeedForward Compesation and Multisensory Integration. *Proceedings of the 44th IEEE Conference on Decision and Control, and the European Control Conference 2005*, 227-232.

**Simon, H.** (1979). *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona: Editorial A.T.E.

**Tank, D. W. y Hopfield, J. J.** (1988). Computación conjunta en circuitos neuromorfos. *Investigación y Ciencia*, 137, 44-52.

**Thomas, P.** (2011). Estrategias transdisciplinarias para las bellas artes y la ciencia. En Edward A. Shanken (coord.), *Nuevos medios, arte-ciencia y arte contemporáneo: ¿hacia un discurso híbrido?*, *Artnodes*, 11, 56-61. Recuperado el 21 de septiembre de 2013, Disponible en de <http://artnodes.uoc.edu/ojs/index.php/artnodes/article/view/artnodes-n11-thomas/artnodes-n11-thomas-esp>

**Von Der Becke, C.** (1999). Alarmas en robótica neuroetológica. Recuperado el 25 de septiembre de 2013, de <http://www.geocities.ws/ohcop/neuretol.html>

**Wiener, N.** (1998). *Cibernética o El control y comunicación en animales y máquinas* (2<sup>a</sup> Ed.). Barcelona: Tusquets Editores

**Zizek, S.** (2011). *El acoso de las fantasías*. Madrid: Akal.

## NOTAS

---

1. La robótica BEAM (Acrónimo de Biology, Electronics, Aesthetics, Mechanics) hace referencia a un tipo de prácticas de ingeniería robótica cuyo exponente más visible mediáticamente es Mark Tiden.
2. Con fundamentos asentados, por ejemplo: el la *Cibernética* de Norbert Wiener (1998), las máquinas parlantes de Von Kenpelen, las fantasías de E.T.A.Hoffmann, el Pato de Vaucanson, los autómatas de Leonardo, el Hombre de palo de Juanelo Turriano, los ingenios griegos antiguos (Antiquitera, etc), o la tradición Japonesa en materia de autómatas, entre otros.
3. El descubrimiento de los Memristores (resistencias con memoria) y sus aplicaciones tecnológicas puede suponer un auténtico cambio de paradigma en la arquitectura de las computadores (Mullins, 2009).
4. En este sentido nos referimos a acciones desarrolladas dentro de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea como es el caso del *Congreso Internacional ACC: Arte, Ciencia, Ciudad* , Bilbao 2013 (<http://www.artsciencecity.com/>); o el curso *El uso de los juegos de rol y simulaciones en la docencia universitaria: introducción teórico práctica*, 2012 organizado por los profesores Leire Escajedo e Igor Filibi.
5. En alusión a la conocida letra de Joaquín Sabina
6. Como ejemplo ilustrativo de nuestro trabajo, véase el siguiente vídeo *Neuronal Network, PaceMaker* (Zubiaga, 2013): <https://vimeo.com/77636992>
7. Para más información sobre el trabajado desarrollado por este artista véase: <http://patxiaraujo.com>
8. Para más información véase: <http://www.teknotrakitana.com/>