



Master in Comunicazione della Scienza "Franco Prattico"

COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA ATTRAVERSO LINGUAGGI ARTISTICI NEL SISTEMA TRIESTE

Autore: Francesco Scarel

Relatore: Paolo Cesare Atzori

Anno Accademico 2018/2019

SOMMARIO

INTRODUZIONE	4
ARTE E SCIENZA COME AZIONI CULTURALI	6
STORIA DELLA RELAZIONE TRA ARTE E TECNOLOGIA E LO SVILUPPO DELLA MEDIA ART	12
LAVORI PIONIERISTICI DI VIDEO ART	24
LAVORI PIONIERISTICI DI COMPUTER ART	28
I NUOVI MEDIA E LA RICERCA ARTISTICA NELLA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE	32
ARTISTI E SCIENZIATI: RICERCATORI	45
I LUOGHI PER UNA COLLABORAZIONE	48
THE WATERING HOLE	48
IL TERZO SPAZIO	48
LA REALTÀ EUROPEA	50
STRUMENTI E PRATICHE PER LA COLLABORAZIONE TRA SCIENZIATI E ARTISTI	53
ARTSCIENCE MANIFESTO	55
SEAD – Network for Science, Engineering, Arts and Design	59
STARTS - Science + Technology + Arts - STARTS	61
IL RUOLO DEI MEDIATORI	64
PROGETTI DI ARTSCIENCE PER LA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA	66
PROGETTI INNOVATIVI	67
PROGETTI EDUCATIVI	70
PROGETTI di CITIZEN SCIENCE	72
PROGETTI PROVOCATORI E INTERROGATIVI	77
PROGETTI ESPLORATIVI	82
PROGETTI PIONIERISTICI	84
PROGETTI EVOCATIVI	86
	2

IL SISTEMA TRIESTE	91
II POTENZIALE ARTISTICO-SCIENTIFICO DEL SISTEMA TRIESTE	91
I SOPRALLUOGHI	93
SISSA	94
AREA SCIENCE PARK	111
ICGEB	111
ELETTRA SINCROTRONE	118
ARPA	120
OGS	122
MUSEO DI STORIA NATURALE	123
CONCLUSIONI	126
INDICE DELLE IMMAGINI	128
BIBLIOGRAFIA	132

INTRODUZIONE

In questo lavoro di tesi si analizza il rapporto tra scienza e arte, attraverso la storia di questa singolare collaborazione, ma anche cercando di porre l'accento sul potenziale comunicativo che l'arte è capace di apportare alla ricerca scientifica. Ad esempio, l'esigenza di prendere decisioni politiche basate su evidenze scientifiche, soprattutto se si tratta di inquinamento, cambiamento climatico e sanità, richiede una cittadinanza preparata, capace di comprendere al meglio i problemi da affrontare. In questo senso, l'arte può essere intesa come un linguaggio di comunicazione efficace e universale, in grado di rendere partecipe la società delle ultime scoperte scientifiche, ma anche delle problematiche a esse collegate.

In particolare saranno prese in esame l'origine e l'evoluzione della Media Art, poiché rappresentativa dell'espressione, diretta e indiretta, dei progressi tecnologici e scientifici che hanno caratterizzato il XX e XXI secolo. I progressi e i cambiamenti tecnologici si sono avvicinati con l'avanzamento della ricerca scientifica, apportando un inevitabile impatto sulla società e sulla cultura. Anche in campo artistico, le nuove tecnologie e conoscenze scientifiche, in campi sempre più complessi, hanno un ruolo fondamentale: sono esse fonte di ispirazione per nuovi metodi e creatrici di nuovi materiali con cui poter sperimentare. L'utilizzo dell'elettricità, dei processi di meccanizzazione e automazione, i robot, l'arrivo di internet e delle intelligenze artificiali, le biotecnologie, e negli ultimi anni la realizzazione del "tutto connesso a tutto", ovvero l'Internet of Things (IoT). Ogni tecnologia ha fatto nascere nuovi modi di "sperimentare arte" e la ricerca artistica ha, di conseguenza, spinto l'avanzamento di tali tecnologie, per studiarne i limiti e rilevarne gli aspetti controversi.

In questo lavoro si cercherà di definire il ruolo additivo che la ricerca artistica può assumere all'interno del mondo della ricerca scientifica e tecnologica.

Lo sguardo dell'arte proiettato verso il futuro si discosta dalle proiezioni possibilistiche e probabilistiche descritte dal cono prospettico di Joseph Voros¹ nel 2003, e rientra nelle situazioni future preferibili, come ben evidenziato dal grafico (modificato dall'originale Voroscope) in *Figura 1*. Secondo questo diagramma il ruolo dell'arte è di visualizzare situazioni preferenziali (che "dovrebbero" accadere), ma che a volte escono addirittura dallo specchio delle possibilità previste dalla ricerca scientifica.

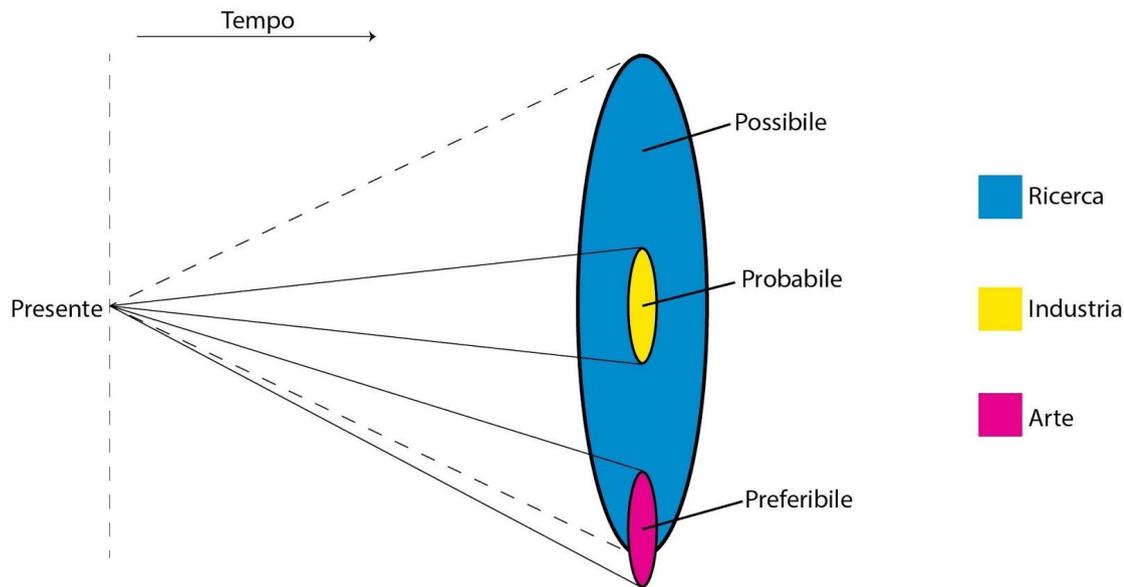


Figure 1 Diagramma a cono delle proiezioni future, derivato dal Voroscope del 2003 e adattato alla visione collaborativa tra ricerca scientifica, industria e arte.

Saranno quindi riportati esempi di collaborazioni riuscite tra scienziati e artisti, cercando di sottolineare come anche nel campo artistico esistono ricercatori al pari di quello scientifico, e che a volte il confine tra artista ricercatore e scienziato ricercatore non è così evidente come si può immaginare. Verrà posta attenzione ai progetti interdisciplinari in ambito *ArtScience*, una parola ibrida che racchiude i progetti e le idee caratterizzate da una forte componente artistico-scientifica. Tra i tanti progetti di questo tipo saranno selezionati e riportati alcuni con forte potenziale comunicativo rispetto all'argomento scientifico trattato.

Si renderà evidente la necessità di creare un luogo adatto al supporto e allo sviluppo di tali progetti interdisciplinari, uno spazio di interscambio culturale e professionale che possa essere condiviso tra scienziati e artisti. Oltre ai luoghi, dovranno essere previste anche figure professionali ibride, in grado di dialogare o di mettere in comunicazione linguaggi così diversi.

Queste considerazioni ci porteranno quindi ad un'analisi del Sistema Trieste e di alcuni istituti di ricerca scientifica che operano nel territorio. Per ogni istituto menzionato verranno portati esempi di progetti esistenti di *ArtScience*, capaci di interessare un ampio pubblico alle meraviglie e ai limiti della ricerca scientifica. L'obiettivo è di proporre un inizio di collaborazioni multidisciplinari coordinate e continuative, grazie all'appoggio di istituzioni scientifiche, progetti europei e del mondo dell'industria.

ARTE E SCIENZA COME AZIONI CULTURALI

La SCIENZA può essere (a grandi linee) definita come il tentativo di comprendere come e perché avvengono certi fenomeni, utilizzando informazioni e osservazioni empiriche e confutando teorie e ipotesi attraverso metodi sperimentali.

L'approccio scientifico si basa sul fatto che il mondo naturale osservato è reale, che esiste un certo ordine naturale delle cose, e che l'obiettività può essere raggiunta attraverso l'affidamento a tecniche strumentali, alla ripetibilità degli esperimenti e alla confutazione dei risultati da parte di un'ampia comunità di scienziati. La comunità scientifica si assume un impegno preciso di collaborazione nell'elaborare teorie e condividere le scoperte.

Ci sono poi differenze di approccio scientifico: gli scienziati empiristi prediligono il ruolo dell'osservazione, mentre i razionalisti riconoscono la logica e la deduzione derivante dalla teoria.

Critiche a entrambi questi approcci mettono in dubbio la possibilità per l'uomo di essere davvero obiettivo, poiché sempre condizionato dalla posizione sociale, dal sesso, dalla nazionalità e dalla storia. Inoltre è da considerare quanto l'interazione tra osservatore e fenomeno osservato può influenzare i risultati di ricerca.

Possiamo asserire in modo certo che ogni oggetto in natura possiede un significato intrinseco oltre a quelli derivanti dal modo in cui lo utilizziamo e consideriamo?

Grazie a filosofi come Thomas Kuhn² e Paul Feyerabend³ la scienza è stata costretta a guardarsi dall'esterno, riconsiderando l'assolutezza infallibile del metodo scientifico definito dal filosofo Karl Popper⁴ e mettendo in discussione l'essere diventata un'istituzione dogmatica e conformista.

Bruno Latour⁵ propone una teoria secondo la quale l'immagine che la società ha della scienza è composta da un network di persone, organizzazioni, animali e materia inanimata. Tutti attori che contribuiscono a creare teorie scientifiche e ad autosostenersi all'interno di una bolla protetta da critiche esterne. È sicuramente opportuno tenere in considerazione la prospettiva più razionale e scientifica, assieme alla consapevolezza del contesto politico, sociale e culturale che fanno da cornice alla formulazione di ogni ipotesi scientifica.

Gli artisti possono essere definiti in mille modi, uno di questi è sicuramente quello di individui curiosi che agiscono allo scopo di ottenere una più profonda comprensione del mondo. Sono come antenne molto sensibili all'ambiente che li circonda e da esso sono in grado di recepire una grande quantità di dati e osservazioni, per organizzarle poi in un'espressione estetica rappresentativa, sintetica.

In questo modo *"ci aiutano a comprendere ciò che è difficile da vedere, rendendo visibile l'invisibile"*⁶.

Gli artisti sono per natura delle entità interdisciplinari, ponti che connettono mondi diversi tra loro; specialmente grazie allo sviluppo della Media Art, essi sanno come comunicare informazioni perché hanno imparato ad utilizzare le tecnologie e il linguaggio dei media. Questo linguaggio si è fatto sempre più specifico e

complicato e spesso per dominarlo è necessario essere degli esperti nel settore. Ecco perché molti artisti della Media Art possono essere considerati dei ricercatori al pari degli scienziati, poiché si sono avventurati ad esplorare determinati campi scientifici. Non è un caso, infatti, che molti artisti contemporanei che lavorano con i nuovi Media, come internet, intelligenze artificiali (AI), Big Data, sensori e connessioni di IoT (Internet of Things), abbiano un background di studi scientifico. L'arte interessata alla scienza sviluppa una ricerca sui confini e i significati, sia dell'arte stessa sia della scienza. Questo per conseguenza porta gli artisti a muoversi in un *limes* sconosciuto, come esploratori di territori sconosciuti, dove vigono nuove regole e nuove definizioni. Una *ricerca* in campi ancora inesplorati della conoscenza umana.

A cavallo tra il 1880 e il 1930 arte e scienza subirono una rivoluzione radicale. In questo periodo caratterizzato da moltissimi mutamenti politici e sociali ed economici, nuove industrie e numerose scoperte e invenzioni cambieranno il modo di vivere e di pensare in tutta Europa e oltreoceano. Gli scienziati svilupparono nuovi paradigmi, come la teoria della relatività e l'origine batterica di alcune malattie, e stabilirono linee di ricerca che continuano ad influire sulla ricerca di oggi.

Anche nel campo artistico furono sviluppati nuovi approcci, che, in accordo coi tempi, ruppero le convenzioni sulla prospettiva e sulla rappresentazione, sui materiali e sul contesto relazionale tra arte e società. Gli artisti iniziarono a sentire l'esigenza di andare oltre la realtà apparente, e di indagare e riprodurre la realtà interiore, rivalutando in questo modo l'irrazionalità, l'inconscio e la supremazia dell'istinto che prevale sulla ragione, cioè andando contro la corrente illuministica. Cubismo, Dadaismo, Surrealismo, Espressionismo, sono correnti artistiche che si svilupparono proprio durante gli inizi del Novecento.

Nel 1929 C.P. Snow, scrittore e chimico inglese, osservò una dicotomia nella società di allora, in cui si distinguevano persone coinvolte nelle arti e altre nelle scienze. Tramite le sue ricerche tra mondi letterari e scientifici^{7,8}, Snow capì che questi due ampi settori si stavano allontanando tra loro perché non erano in comunicazione; inoltre essi stavano istituendo infrastrutture, linguaggi e criteri educativi autoreferenziali che andavano a rinforzare questa differenza.

Egli sottolinea i vantaggi che la società avrebbe nell'unire il mondo dell'arte con la scienza, rilevando le potenzialità creative di questo incontro. Critica quindi i modelli educativi basati su quello che definisce "fanatismo di un'educazione specialistica" e propone un approccio educativo integrato.

Si inizia a parlare di un movimento ciclico di elementi interconnessi: così come l'arte, supportata dalla cultura, è fondamentale per la trasformazione della società, così il cambiamento social-culturale è un fattore che trasforma e indirizza la ricerca scientifica, soprattutto quella applicata. A loro volta, scienza e tecnologia spingono l'arte a riflettere sui comportamenti della nostra società e a modificare certi aspetti del nostro modo di pensare e agire come comunità di individui.

Il cambiamento delle società e delle culture risente (e ne è a sua volta condizionato) dalle influenze reciproche e mutuali fra tre grandi protagonisti: la scienza, la tecnologia e l'arte. Le parole di L. Moholy-Nagy, artista e insegnante alla

Bauhaus di Weimar (DE) negli anni '20, nel saggio "The New Vision" del 1928 descrivono perfettamente questo mutuo rapporto:

"In ogni periodo culturale, una falange di forze attive si spinge in avanti in ogni campo della creazione, nell'arte, nella scienza e nella tecnologia. Accade spesso che un'azione rapida nell'uno o nell'altro campo creativo spinga in avanti un solo membro di questo fronte unito, come un cuneo che avanza. Questa condizione non dura a lungo, perché come conseguenza del progresso di un elemento, anche gli altri membri della falange si vengono trascinati, e il fronte è così nuovamente riunito".

Pensiamo alla ricerca in fisica nucleare durante la seconda guerra mondiale. Prima dello sgancio delle testate nucleari sul Giappone le ricerche sulla potenza del nucleare in USA erano di pubblico dominio, cioè servivano alla politica come rappresentazione del potere militare e spettacolarizzazione della propria potenza. Il mezzo mediatico per raggiungere la popolazione americana fu soprattutto il cinema, ma non solamente inteso come rappresentazione artefatta dell'argomento. Furono organizzate vere e proprie sale cinema all'aperto dove gli spettatori, muniti di occhiali protettivi, assistevano ad esplosioni e test nucleari. Il linguaggio artistico del cinema e la sua forma di fruizione usati come mezzo per divulgare le ultime applicazioni della ricerca scientifica.



Figure 2 *Operation Greenhouse*, Enewetak Atoll, 1951. Pubblico con occhiali protettivi assiste a test nucleare.

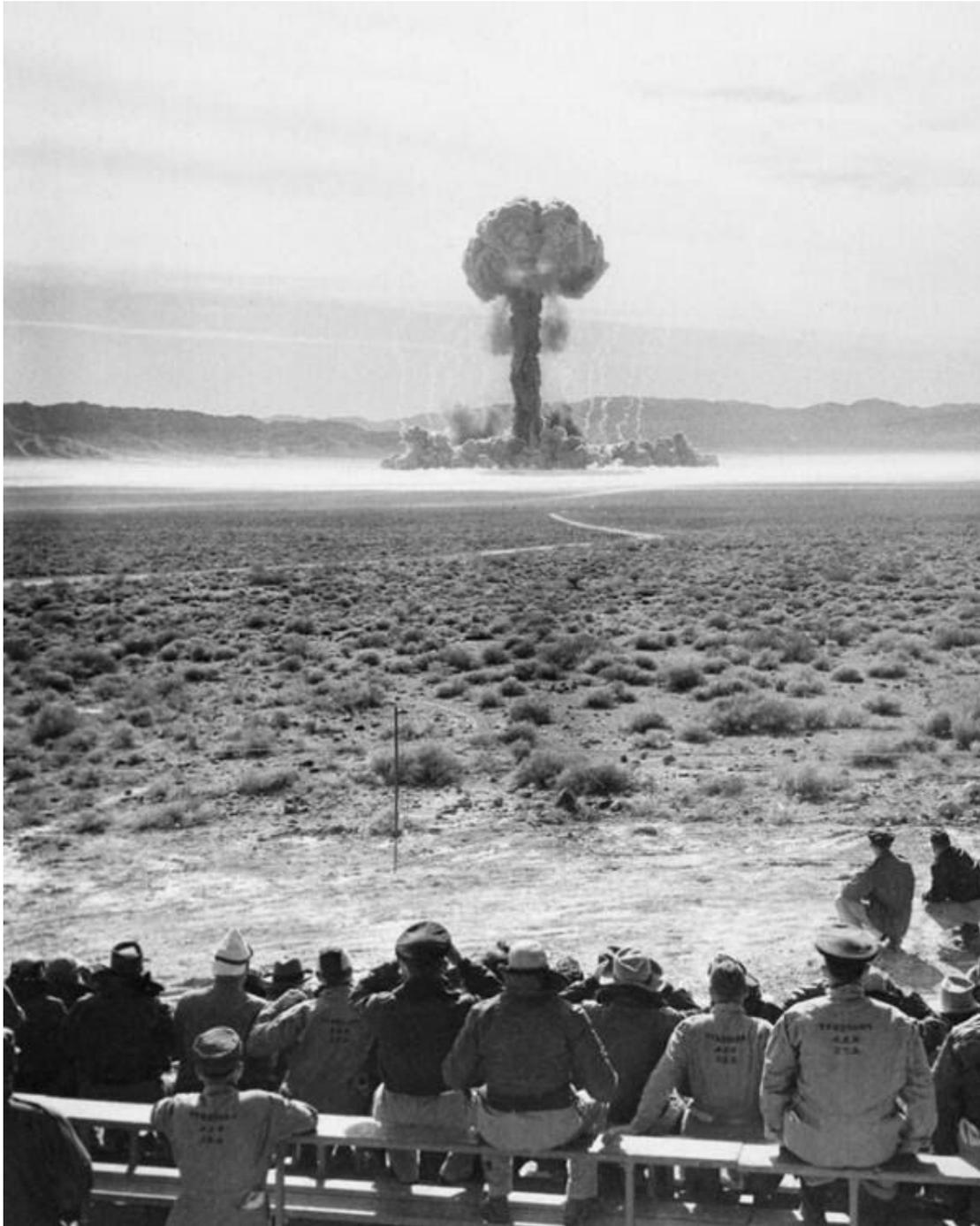


Figure 3 Pubblico che assiste a test nucleari in Nevada, USA.

Dopo essere stata adoperata per scopi militari a Hiroshima e Nagasaki, la fisica nucleare ha portato con sé un cambiamento radicale nella società, che ha sviluppato un pensiero quasi avverso, sicuramente diffidente, nei confronti della scienza. Questo grazie al fatto che la potenza dei media di allora ha permesso di far arrivare le immagini del disastro nucleare in tutto il mondo.

"Ricordate la vostra umanità, e dimenticate tutto il resto" scrivevano Einstein, Russell e molti altri nel loro manifesto scritto a Londra nel 1955 di fronte al pericolo di una guerra nucleare che avrebbe distrutto l'umanità⁹.

Le conseguenze sociali che quelle immagini storiche scatenarono hanno contribuito a ridefinire il valore e la responsabilità sociale della ricerca scientifica, oltre a ridefinire la fragilità dell'uomo in contrasto con la sua potenza distruttrice. Anche il mondo dell'arte reagì, in quanto specchio della confusione dell'uomo e del mondo interiore espressivo, carico di bellezza quanto di mostruosità, già scosso dalle ceneri della prima guerra mondiale che ha accompagnato la formalizzazione dell'astrattismo con artisti del calibro di Piet Mondrian, Wassily Kandinsky, Kazimir Malevich, fino a Pablo Picasso.

Se l'osservazione della Natura e delle sue leggi è alla base della ricerca scientifica, non possiamo negare che, a sua volta, la ricerca scientifica modifica la nostra percezione della Natura e del mondo che ci circonda. Possiamo far riferimento alla rivoluzione copernicana, ma anche, in tempi più recenti, al cambiamento di concezione dello spazio e del tempo, indissolubilmente legati l'uno all'altro delle teorie di Einstein. La maggior comprensione delle vastità dell'Universo, dell'esistenza di altri pianeti abitabili e potenzialmente raggiungibili, assieme alla visione di un mondo microscopico abitato da batteri e virus, e di uno più incerto e probabilistico, regolato dalla teoria quantistica: sono tutte scoperte scientifiche che hanno contribuito alla trasformazione del pensiero, della società e a mettere in discussione la visione antropocentrica del mondo.

La visione del nostro pianeta "dal di fuori", immortalato dalla fotografia scattata dall'Apollo 8 nel 1968 è stata una pietra miliare in questo senso: essa rappresenta la Terra avvolta dall'oscurità dello spazio, distante e indifesa, una casa da accudire.



Figure 4 Earthrise: la fotografia della Terra e di parte della superficie lunare scattata dall'orbita lunare dall'astronauta William Anders il 24 dicembre 1968, durante la missione Apollo 8.

La potenza di un'immagine spesso sostituisce mille parole e suscita stupore e meraviglia, oltre a provocare un senso di contemplazione profonda. Anche in questo caso un'immagine fotografica, racconta il progresso tecnologico e scientifico, innescando (certo in maniera molto meno tragica rispetto al disastro nucleare) delle considerazioni filosofiche riguardanti la comprensione dell'umanità e del posto in cui essa si ritrova a esistere.

Siamo negli anni '60 e nasce l'arte moderna, che sperimenta nuovi modi di vedere e nuove idee sulla Natura dei materiali e sulle funzioni dell'arte.

La re-interpretazione dei fatti, tramite elaborazioni visive o verbali, assieme a discorsi razionali e prove empiriche, sono indicatori importanti dei traguardi culturali raggiunti dall'uomo. La creazione, il movimento e l'analisi delle idee diventano i centri di una società culturale e tecnologica.

STORIA DELLA RELAZIONE TRA ARTE E TECNOLOGIA E LO SVILUPPO DELLA MEDIA ART

Tra il XX e il XXI secolo, la scienza è diventata un prodotto culturale fondamentale, come la letteratura, la musica, l'arte. Molte scoperte scientifiche non sono più appannaggio di pochi, ma al contrario sono di dominio pubblico. Sebbene la loro profonda comprensione sia vincolata a studi specifici, i concetti espressi sono sempre più integrati nel modo di pensare della società occidentale.

Possiamo affermare che l'introduzione della scienza all'interno della sfera culturale occidentale è stata coadiuvata e accelerata dall'evoluzione della tecnologia.

L'arte che esplora le frontiere scientifiche e tecnologiche (attuali e passate) pone domande sulle possibilità e sulle implicazioni dovute all'innovazione tecnologica che da sempre influenza il nostro modo di vivere.

Prima della rivoluzione industriale l'arte si esprimeva prevalentemente attraverso media classici, come la pittura, la stampa, la scultura, e ricercava soprattutto la bellezza e il senso estetico. Durante il ventesimo secolo molti aspetti riguardanti i principi dell'arte sono stati affrontati e messi in discussione da diverse correnti artistiche che hanno iniziato a lavorare con i *nuovi media* messi a disposizione dai progressi tecnologici.

Nuove tecnologie, come la fotografia, la radio e la televisione, iniziarono a cambiare il modo di comunicare e di percepire il mondo. Di conseguenza, queste tecnologie hanno avuto un impatto non solo sulla ricerca scientifica, ma anche sulla cultura e sulla società che via via si andava modificando. Questi mezzi di comunicazione iniziarono a essere utilizzati ed esplorati anche dagli artisti del tempo, che ne studiavano le potenzialità e allo stesso tempo ne provavano i limiti.

Nel campo della fotografia fu fondamentale l'approccio di E. Muybridge e le sue sperimentazioni per fermare delle istantanee del movimento dei corpi. Il suo Zoopraxiscopio è considerato il primo strumento in grado di sviluppare immagini in movimento, una specie di predecessore dei proiettori e del cinematografo, in seguito inventato dai fratelli Lumiere.



Figure 5 Il zoopraxiscopio di E. Muybridge con accanto il disco ruotante raggigurante le immagini da animare.

Nei primi anni del '900 altri artisti (o forse dovremo chiamarli ricercatori) iniziano a esplorare il potenziale artistico del movimento e della luce.

Furono ideati e costruiti i primi "color organs", dei pianoforti dove alle note erano associati dei colori. In realtà, il primo personaggio a realizzare una tale macchina fu Louis-Bertrand Castel nel 1725, della quale però esistono solo descrizioni e disegni. Ad ogni tasto del pianoforte corrispondeva un pertugio che, aprendosi, rivelava una candela accesa attraverso un vetro colorato.

Tuttavia fu Thomas Wilfred nel 1921 a coniare il termine "lumia" come *ottava arte*, e a considerare così la luce come mezzo artistico a sé stante. Anche Wilfred, musicista e inventore, creò un suo strumento che chiamò Clavilux, capace di controllare sei proiettori e una fila di riflettori attraverso una tastiera di pianoforte. Questo strumento era capace di modulare l'intensità e i colori della luce, aprendo, di fatto, la strada alla sperimentazione psichedelica degli anni '60 utilizzata durante i concerti di band come Pink Floyd, The Who, Velvet Underground, fino ai moderni light e laser shows e live visuals digitali.

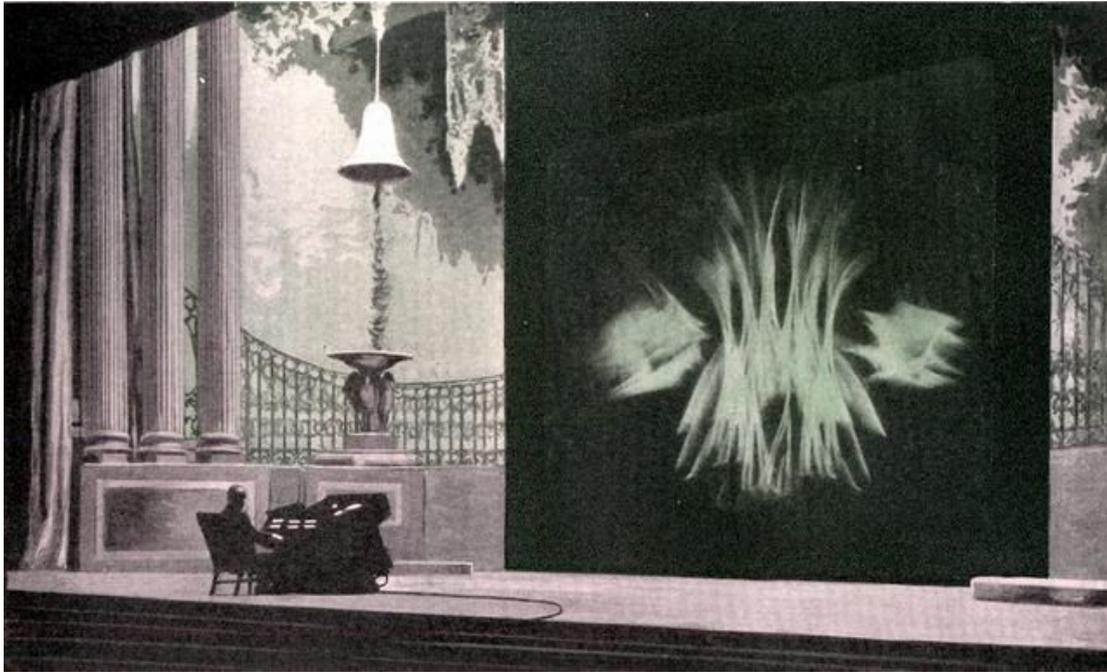


Figure 6 Il Clavilux di Thomas Wilfred, molto prima dell'animazione al computer, prima degli spettacoli laser

Il fenomeno della percezione e dell'illusione dovuto a effetti ottici è stato molto esplorato durante gli anni '50 e '60, grazie a opere d'arte che utilizzavano la luce come mezzo pittorico, scultoreo.

Alcuni artisti iniziano ad utilizzare la tecnologia del neon per creare opere scultoree, come ad esempio Lucio Fontana con i suoi 100 metri di tubi al neon installati sul tetto della scalinata alla terza triennale di Milano. Un'opera site-specific che ha ispirato molti altri artisti in futuro.

L'uso dell'energia elettrica si tramuta in colori in movimento grazie ai lavori avanguardisti di Abraham Palatnik, inizialmente rifiutati alla biennale d'arte di Sao Paolo nel 1951 perché fuori da qualsiasi categoria esistente, ma successivamente esposti come importante manifestazione di una nuova arte moderna. *Cinechromatic*, così furono nominati i suoi lavori, aprono di fatto nuove possibilità sulla composizione cinetica dei colori. Non è più strettamente necessario utilizzare il Cadmio come metallo per generare il colore giallo: siccome la luce può essere proiettata è possibile generare un giallo dalla miscela cinetica di verde e rosso.



Figure 7 Uno dei lavori di *Cinechromatic* di Abraham Palatnik.

Le luci proiettate di Palatnik riempiono uno spazio etereo, senza una determinata forma solida o spazio concreto. Per confronto, un'opera che invece sfrutta l'illusione ottica della luce per creare uno spazio solido è *Catso Red* di James Turrell: un proiettore allo Xenon accuratamente posizionato crea due forme diagonali che se osservate a distanza sembrano formare un oggetto tridimensionale solido, sospeso in aria.



Figure 8 La figura apparentemente sospesa di Turrell, generata tramite proiettore e due pareti bianche.

Sempre durante la prima metà del secolo scorso, i vari studi sull'atomo riscrivono la fisica dell'infinitamente piccolo e mettono in crisi ciò che si pensava fosse il mondo reale. La teoria della relatività di Einstein mette in discussione il concetto di *Tempo*, accostandolo indissolubilmente ad una variabile di *Spazio*. Ecco quindi che si aggiunge un ulteriore oggetto di studio per artisti e filosofi, il *tempo* come materiale artistico che promuove la creazione di strutture in movimento. Dalle prime sculture di Duchamp, come *Bicycle Wheel* (1912) al *Light-Space Modulator* di Moholy-Nagy realizzato dieci anni dopo, si inizia a introdurre il moto come mezzo di espressione artistica, per creare oggetti il cui movimento è un elemento essenziale dell'opera d'arte. Siamo nel periodo della meccanizzazione, dell'elettricità e delle industrie che utilizzano macchine enormi e sempre più complicate, e di conseguenza i movimenti culturali e artistici attingono a quello stesso mondo meccanico e ne vengono influenzati. Nasce così un movimento artistico che porterà alla diffusione dell'arte cinetica.

Il lavoro di Naum Gabo si inserisce tra i capostipiti di questa nuova corrente artistica. Gabo ha studiato ingegneria a Monaco prima di scegliere la carriera di artista, e questo suo background scientifico si riflette nelle sue opere. La sua *Standing Wave* per esempio rappresenta una delle prime visualizzazioni della forma d'onda generata da un materiale solido, in questo caso una barra di metallo verticale. Un motorino elettrico permette alla barra di vibrare creando l'illusione ottica di un volume virtuale, generato da un movimento nel tempo.

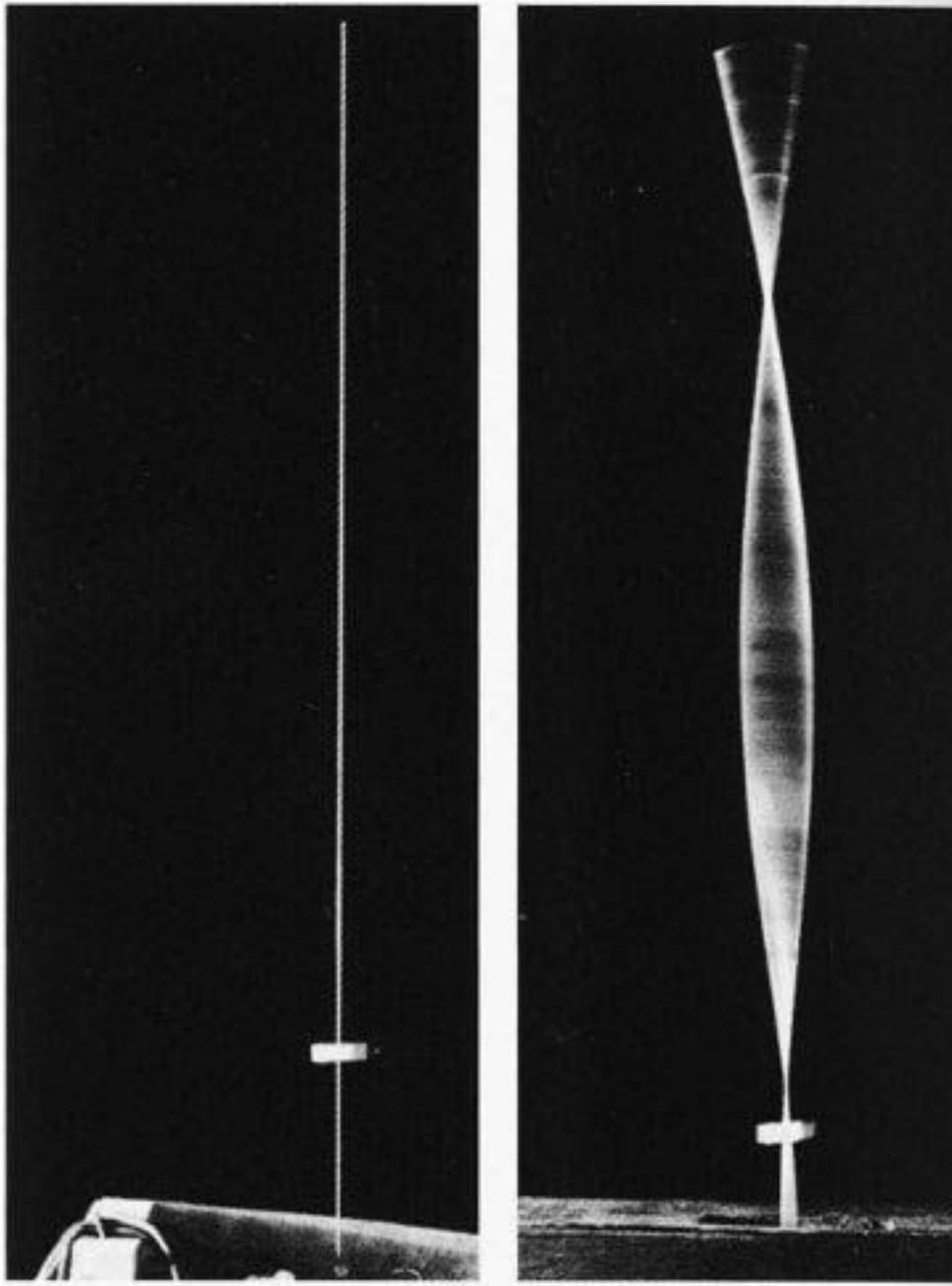


Figure 9 La Standing Wave di Naum Gabo creata nel 1919.

Nel 1955 vengono realizzate due importanti mostre che raccolgono le diverse idee che hanno esaminato le frontiere artistiche del movimento, della durata e della luce negli anni Quaranta e Cinquanta: le "Mouvement" a Parigi e "Man, Machine and Motion" a Londra.

La Natura, l'Uomo e le Macchine: gli artisti utilizzano la cinetica e la luce per esplorare i parallelismi tra la tecnologia e i fenomeni energetici naturali e per considerare la relazione tra creazione e distruzione.

Si apre la strada per quella che sarà il centro di una collaborazione tra ricerca artistica, ingegneristica e tecnologica negli anni '60: la scienza interdisciplinare della **cibernetica**, che concepiva sia gli animali che le macchine come sistemi di circuiti di feedback interconnessi.

Il padre della cibernetica, Norbert Wiener, fu un geniale matematico ricercatore in forze all'MIT. Fu lui a coniare il nome, che deriva dal greco *kibernetiké tekné*, ossia l'arte del timoniere. Per Norbert Wiener si tratta *"della parola migliore che sia riuscito a trovare per esprimere l'arte e la scienza del controllo in una serie di campi diversi in cui tale nozione è applicabile"*¹⁰.

A supporto delle innovative di Norbert Wiener il contributo teorico del sociologo Gregory Bateson che considera il pensiero cibernetico una nuova visione della mente. Diventa evidente che la tecnologia ha creato e continuerà a creare un approccio nuovo alla considerazione della mente e del corpo umani. Secondo Bateson la Mente è un complesso sistema di informazioni che non deve essere più confinata all'interno di un corpo umano, ma può comprendere *"qualunque insieme dinamico di eventi ed oggetti che posseda circuiti causali opportunamente complessi ed in cui vengano relazioni energetiche opportune... tale insieme eseguirà confronti, sarà cioè sensibile alla differenza, elaborerà l'informazione e sarà inevitabilmente autocorrettivo, o in direzione dell'ottimizzazione omeostatica, ovvero in direzione della massimizzazione di certe variabili"*¹¹.

La cibernetica considera come elemento fondante la capacità di un oggetto di rispondere all'ambiente circostante. Questa disciplina di ricerca e di pensiero è caratterizzata dall'esigenza di unificare diversi problemi riguardanti la comunicazione e il controllo delle informazioni, facenti parte di un determinato ambiente. Per la prima volta si cerca di comparare funzioni biologiche, costantemente in rapporto con l'ambiente circostante, a processi artificiali di automazione.

Interagire con un ambiente comporta una "risposta" o "feedback" da parte dell'oggetto in questione. Consideriamo un processo che trasforma un input generico in un output. A seconda dell'ambiente in cui si svolge tale processo, la risposta (output) ad un processo diventa a sua volta un input attraverso un ciclico processo di feedback. Un sistema di adattivo quindi, che si auto-organizza nel tempo.

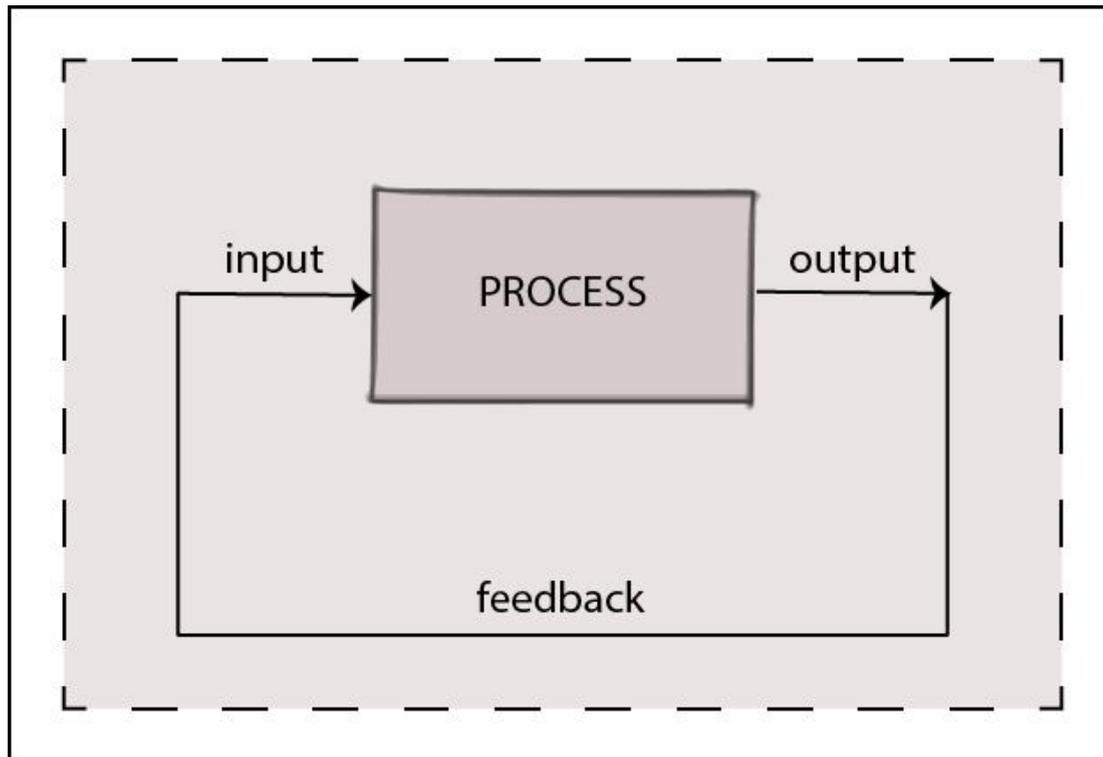


Figure 10 Modello di organizzazione di un sistema adattivo, di N. Wiener 1948.

Questo rapporto *ciclico* di feedback diventa un modello estetico fondamentale della Media Art: le opere possono interagire con l'ambiente circostante e quindi anche con lo spettatore.

CYSP-I di Nicolas Schöffer (1956) è stato sviluppato in collaborazione con la società elettronica olandese Philips. Un cervello elettronico, sensori, controlli e motori hanno permesso all'opera di interagire con il suo ambiente rispondendo fisicamente al suono e al movimento. Lo spettatore diventa così un partecipante attivo nell'esperienza dell'opera. Schöffer più tardi nel 1961 incorporò questi concetti nella sua opera architettonica monumentale *Spatiodynamic Tower*. Esposta a Liege, questa torre di 52 metri conteneva 64 specchi rotanti, 70 proiettori, 120 punti luce colorati e più di 5 ore di musica e suoni, assieme a una serie di sensori collegati ad un computer che rendevano questa struttura responsiva all'ambiente circostante.

Questi primi lavori interattivi sono stati importanti precursori di un'ampia gamma di pratiche contemporanee che coinvolgono la robotica, gli ambienti reattivi e l'architettura intelligente.

Oltre che dalla cibernetica, in quegli anni la Media Art è influenzata da due importanti teorie filosofiche. La prima è l'Information Theory, che studia i processi di trasmissione, estrazione e utilizzo delle informazioni, e che fu definita in maniera brillante nel dopo guerra da Claude E. Shannon, come l'identificazione dell'informazione come un set di possibili messaggi definiti. Una conseguenza fondamentale dell'applicazione di questa teoria è sicuramente l'invenzione del *bit* come unità di informazione. Il paper¹² scientifico di Shannon fu pubblicato dal Bell

System Technical Journal, un giornale dei laboratori Bell, che furono fondamentali in quel periodo in quanto promotori di collaborazioni tra scienziati e artisti.

Nel 1939 l'ingegner Homer Dudley dei laboratori Bell inventa qualcosa che nessuno avrebbe mai immaginato: la prima macchina in grado di riprodurre la voce umana. Il VODER fu presentato durante la New York World's Fair e rappresenta uno dei primi esperimenti dove la tecnologia viene utilizzata per scopi scientifici, ma in modo artistico.

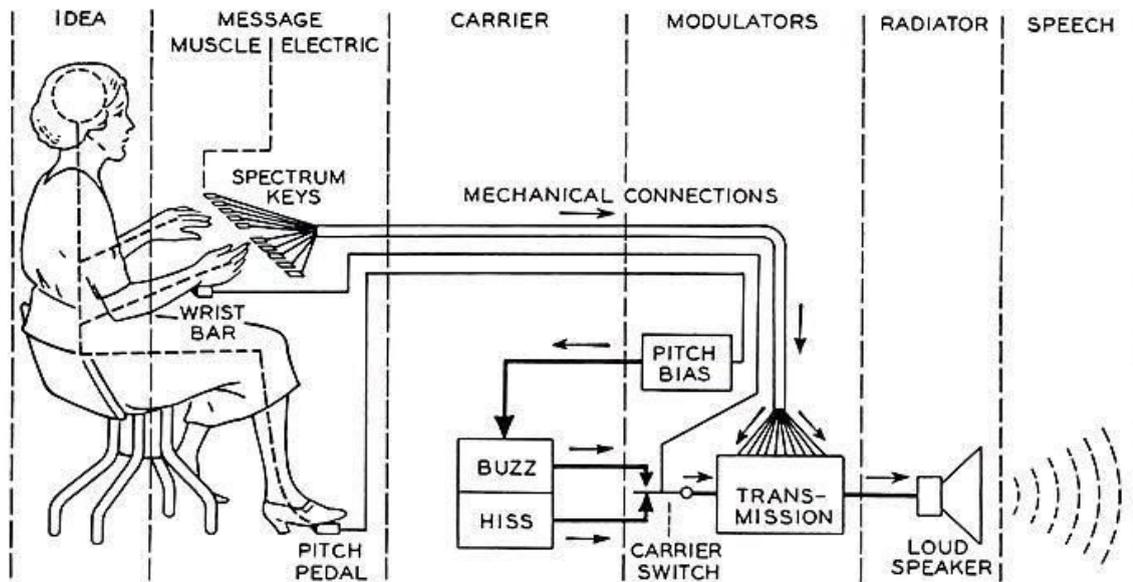


Figure 11 VODER, la prima macchina in grado di riprodurre la voce umana, di Homer Dudley.

Le tecnologie più all'avanguardia non sono ancora appannaggio di tutti, come succederà in seguito con la televisione o il personal computer. Ecco quindi che diventa fondamentale, per gli artisti, la collaborazione tra industrie e centri di ricerca in possesso di tali tecnologie.

Nel 1966 dagli stessi Bell Labs esce una collaborazione tra artisti ed ingegneri che darà vita ad una serie di esibizioni di teatro e musica chiamato *9 Evenings*. Furono utilizzate tecnologie nuovissime per l'epoca, come TV a circuito chiuso, video-proiezioni, wi-fi sound transmission, una telecamera a fibra ottica e una a raggi infrarossi, un Doppler sonar per trasformare il movimento in suono.

Parliamo di artisti del calibro di John Cage e Robert Whitman, che assieme agli scienziati dei Bells Lab iniziarono quello che in seguito sarebbe diventato il progetto E.A.T. - Experiments in Art and Technology. Negli anni successivi alla sua istituzione E.A.T. è stato accreditato per la scoperta e lo sviluppo del transistor, il laser, il linguaggio UNIX e molte altre tecnologie¹³.

Nascono nello stesso periodo altri centri di ricerca e di sperimentazione che spesso coinvolge artisti interessati a ribaltare gli schemi estetici e creare nuove strade per l'esplorazione artistica e culturale. Tali figure creative sono spesso anch'essi scienziati, oppure risultano possedere competenze tecniche omologhe a quelle facenti parte del ricercatore scientifico. Il linguaggio di programmazione utilizzato in quegli anni è essenzialmente C/C++ su sistema operativo basato su

UNIX, e non esistevano software o interfacce grafiche. Possiamo quindi affermare il ruolo pionieristico di questi primi Media Artists, coinvolti nell'apprendimento di nuove tecniche, come la programmazione informatica, a livelli paragonabili a quelli dei contemporanei ricercatori scientifici.

Durante gli anni '70 a Palo Alto in California lo Xerox Research Center era all'avanguardia per la produzione e ideazione di nuove tecnologie elettroniche, computer sistemi operativi. Negli anni 90 l'istituto aprì delle residenze artistiche chiamate PAIR, dove artisti e ricercatori definivano assieme su cosa lavorare usando la tecnologia a disposizione del centro come linguaggio comune¹⁴. John Seely Brown, primo ricercatore a capo del progetto PAIR, lo descrive come rivitalizzante per l'ambiente e per gli scienziati coinvolti, perché portatore di nuove idee, iniziative e modi di pensare.

Contemporaneamente al fiorire di queste collaborazioni interdisciplinari nasce l'esigenza della comunicazione e dell'esposizione di questi nuovi risultati al pubblico, tramite simposi e mostre. Il progresso tecnologico viene raccontato tramite linguaggi artistici che riescono a tradurre in opere concrete il potenziale di tali tecnologie, consegnando al pubblico un'idea di evoluzione e sviluppo senza precedenti.

Fu l'inizio di una proficua collaborazione che tutt'oggi continua a esercitare un ruolo importante in diversi istituti scientifici e museali, che si sono attrezzati per integrare arte, scienza e tecnologia. Inoltre, si sono sviluppate diverse iniziative come festival multimediali e residenze artistiche in istituti scientifici.

Nel 1968 fu fondato il giornale *Leonardo* all'interno della sezione press del MIT (Massachusetts Institute of Technology), una pubblicazione attiva ancora oggi che raggruppa articoli peer-reviewed sull'utilizzo di scienza e tecnologia nell'arte contemporanea¹⁵. *Leonardo* si occupa di questioni etiche riguardanti le nuove tecnologie e scoperte scientifiche, ma discute anche l'influenza di arte e materie umanistiche sulla scienza. Vengono organizzati talk e seminari per favorire una ricerca collaborativa tra arte, scienza e tecnologia. A metà anni '80 nascerà anche l'MIT Media Lab a supporto della sperimentazione e ricerca di idee innovative e progetti interdisciplinari.

Nel 1969 apre l'Exploratorium, il famoso museo della scienza a San Francisco (USA). Al suo interno circa 600 installazioni interattive illustravano fenomeni fisici, matematici e naturalistici. Frank Oppenheimer, lo scienziato fondatore, spiega così la scelta della commistione artistico-scientifica che caratterizzava le esposizioni:

*"Art is included, not just to make things pretty, although it often does so, but primarily because artists make different kinds of discoveries about nature than do physicists or biologists. They also rely on a different basis for decision-making while creating their exhibits. Both art and science are needed to fully understand nature and its effects on people".*¹⁶

Ispirati dallo Science Center di San Francisco esistono oggi numerosi musei della scienza sparsi in tutto il mondo, esemplare in Europa quello con sede a Dublino,

ma anche a Trieste ne fu istituito uno nel 1999, l'Immaginario Scientifico, attivo ancora oggi.

Gli anni '60 e '70 sono un fermento di idee e tecnologie, e si iniziano a vedere le prime produzioni di oggetti tecnologici casalinghi di consumo. Televisione e schermi iniziano a riempire ogni appartamento e ogni casa. Giornali, radio e ora TV diventano Mass Media, oggetti di comunicazione di massa. Questa diffusione permette anche a filosofi e artisti di adoperare questi dispositivi per studiarne il linguaggio ed esplorarne i limiti. Uno dei primi studiosi in materia fu Marshall McLuhan che nel 1964 scrisse un libro che ancor oggi risulta una pietra miliare della Media Theory. In *Understanding Media: The Extensions of Man*¹⁷, McLuhan propone come oggetto di studio i media stessi, e non il messaggio che essi portano. Secondo lo studioso canadese l'influenza dei media sulla società dipende dalle caratteristiche intrinseche di media stessi. Una lampadina non ha contenuti come un giornale ha articoli o una televisione ha programmi, ma è un mezzo che ha un effetto sociale, ovvero, una lampadina consente alle persone di creare durante la notte spazi che altrimenti sarebbero avvolti dall'oscurità.

In modo più controverso, McLuhan ha ipotizzato che il contenuto avesse scarso effetto sulla società, e che quindi non importa se la televisione trasmette spettacoli per bambini o programmi violenti: l'effetto della televisione sulla società sarebbe identico.

Inizia così a formarsi un'attenzione ai media come oggetti di studio e come materiali da indagare. La Media Theory si diffonde attraverso assenti e critiche (uno degli oppositori di McLuhan era Umberto Eco), e diventa tema di studio filosofico e culturale in una società lanciata verso un cambiamento grazie ai progressi tecnologici in atto.

Iniziano a comparire i primi studi sul rapporto tra arte e tecnologia, e uno degli istituti scientifici che permise tali studi di affiorare fu l'MIT (Massachusetts Institute of Technology). Jack Burnham, membro del Center for Advanced Visual Studies del MIT nel 1968-69, ha avuto l'opportunità di lavorare in prima persona con i primi computer. Nella sua monografia *Beyond Modern Sculpture: The Effects of Science and Technology on the Sculpture of This Century*, egli sosteneva che la tecnologia stesse giocando un ruolo importante aiutando l'arte a incarnare sempre più la *vita*, comprese funzioni come il metabolismo, la motilità, l'intelligenza e l'interazione.

Storici dell'arte contemporanei come Edward A. Shanken iniziano ad interessarsi sull'utilizzo della tecnologia nello sviluppo di nuove idee artistiche e di come e quando tale rapporto iniziò ad essere proficuo. Secondo la ricerca¹⁸ di Shanken le idee emergono simultaneamente in vari campi, ed è necessario un contesto culturale adatto perché una contaminazione abbia successo. Ad esempio, la cibernetica poteva essere applicata in campo artistico solo perché esisteva già una significativa storia di sperimentazione artistica con processi, sistemi e forme interattive. La cibernetica, quindi, forniva un metodo scientifico e formalizzato che corroborava ciò che gli artisti (e altri) avevano già iniziato.

Grazie alle esigenze del mercato economico l'industria inizia a produrre hardware contenenti tecnologie sempre più adatti all'uso e consumo di massa: schermi e

segnali video vengono utilizzati nei laboratori scientifici come interfaccia per utilizzare i primi computer, ma vengono anche prodotti come elettrodomestici (le prime TV). Anche il mondo dell'arte inizia ad interessarsi a questi mezzi e a considerarli materiale su cui sperimentare.

La Media Art ha uno sviluppo molto rapido verso gli inizi degli anni '60, e molti artisti si cimentano sia con uno dei principali media dell'epoca, la televisione (iniziando quella che sarà considerata la Video Art), sia con un'entità di più astratta e misteriosa come il computer.

Nascono collettivi di video-art (come Videofreex nel 1969) e dei centri sperimentali ufficiali, dove diversi artisti manipolano la tecnologia in cerca di nuove frontiere. Un esempio è l'Experimental Television Center (ETC) della State University of New York, attivo ancora oggi. I programmi di ETC hanno affrontato i potenziali usi della nuova tecnologia da parte di artisti, organizzazioni sociali, culturali ed educative e cittadini interessati. I laboratori e l'accesso alle attrezzature sono stati offerti gratuitamente.

Figura di riferimento è sicuramente Bill Viola, artista che dagli anni '70 ha utilizzato la tecnologia audiovisiva e ne ha innalzato la video-art a una forma d'arte riconosciuta nel mondo.

All'interno del fomento sociale dei fine anni sessanta (guerra in Vietnam e movimenti dei diritti civili), il riconoscimento del video come arte è un fenomeno culturale guidato in gran parte da movimenti artistici come Fluxus, dal quale nascono pionieri come Nam June Paik e Joseph Beuys. Contemporaneamente, una seconda corrente (più utopica) di artisti intende lavorare con il linguaggio audiovisivo allo scopo di cambiare radicalmente la società in cui vivevano. Fa parte di questa seconda categoria Paul Ryan, che agli inizi degli anni settanta forma un collettivo di videomaker con il compito di interessarsi all'ecologia. L'idea di comunità utopiche che vivevano entro limiti ecologici era in auge all'epoca, e l'idea di Ryan era creare un canone estetico capace di interpretare e promuovere la sostenibilità ambientale attraverso il linguaggio video¹⁹. La tecnologia ancora una volta inizia involontariamente un processo di cambiamento artistico e sociale: l'invenzione di telecamere sempre più portatili crea le figure di **videomaker erranti**, esploratori di un mondo sempre più a portata di telecamera.

Sospeso tra cambiamenti sociali e tecnologici, il mondo dell'arte è diviso tra il coinvolgimento completo nelle nuove teorie scientifiche, abbracciando l'utopia di creare un mondo migliore attraverso la scienza, e lo scetticismo volto a esporre il lato oscuro del "progresso" scientifico.

LAVORI PIONIERISTICI DI VIDEO ART

Il primo artista ad utilizzare l'oggetto televisione in una installazione artistica fu Wolf Vostell, nel 1958. In *German View from the Black Room Cycle* Vostell evoca associazioni con la situazione politica del tempo e l'esistenza di due stati tedeschi, attraverso l'esposizione di un televisore integrato con programma in esecuzione, filo spinato, giornali, ossa e un giocattolo per bambini. Successivamente nel 1963 Vostell continuerà ad esplorare il mezzo televisivo come oggetto artistico con *Television Décollage*, dove le opere televisive sollecitano la partecipazione dello spettatore: su 6 televisori con diversi programmi in esecuzione sono incollate delle fiale con del liquido, pronte per essere usate dal visitatore per imbrattare la scena.

Altro artista fondamentale fu il coreano Nam June Paik, considerato oggi il fondatore della video arte. Durante il periodo passato in Germania, nel 1963-1964, due ingegneri Hideo Uchida e Shuya Abe mostrarono a Paik come interferire con il flusso di elettroni nei televisori a colori, lavoro che portò al sintetizzatore video Abe-Paik, un elemento chiave nel suo futuro lavoro televisivo. Trasferitosi a New York, Paik inizia una fervida produzione di opere e performances usando e modificando segnali video.

"... when I started TV, the best decision I made in life is not really to go into TV, but to do work inside TV [...] Either I do picture information through camera, which is four megacycles, and very expensive and slow, or I would just adjust the scanning lines."
Nam June Paik



Figure 12 Charlotte Moorman durante la performance TV Cello ideata da Nam June Paik.

La collaborazione con la violoncellista Charlotte Moorman porta alla costruzione di TV Cello, tre televisori di diversa grandezza impilati uno sull'altro a formare un violoncello, suonato dalla Moorman.

Lavori successivi esplorano il media televisivo come un circuito chiuso, dove riflettere sé stessi senza via d'uscita. Portando all'estremo questa considerazione, Paik crea TV Buddha, una video installazione raffigurante una statua di Buddha che osserva la propria immagine.

L'idea di produrre un cortocircuito del segnale video porta Paik a sperimentare con i campi magnetici e nasce così *Magnet TV*, un primo esempio dei diversi "televisori preparati" di Nam June Paik. Si inizia a disturbare il media, l'oggetto fisico e le sue prestazioni: si cerca di alterare l'immagine televisiva o sconvolgerne il suo involucro fisico. Il campo magnetico creato da un magnete di dimensioni industriali interferisce con i segnali elettronici del televisore, distorcendo l'immagine trasmessa in una forma astratta che cambia quando il magnete viene spostato. L'azione radicale di Paik mina il potere apparentemente inviolabile della trasmissione televisiva trasformando il televisore in una scultura, la cui immagine in movimento è creata da procedure casuali e può essere manipolata a piacimento. Attraverso la sua trasformazione dell'immagine televisiva, Paik ha sfidato la nozione di oggetto d'arte come entità autonoma e ha stabilito un processo di feedback istantaneo, in cui le azioni dello spettatore hanno un effetto diretto sulla forma e sul significato dell'opera. La *Magnet TV* è stata un'installazione essenziale per la performance art e gli happenings dei primi anni '60, in anticipo sulla natura partecipativa di gran parte dell'arte contemporanea.



Figure 13 TV Buddha, una video installazione raffigurante una statua di Buddha che osserva la propria immagine.

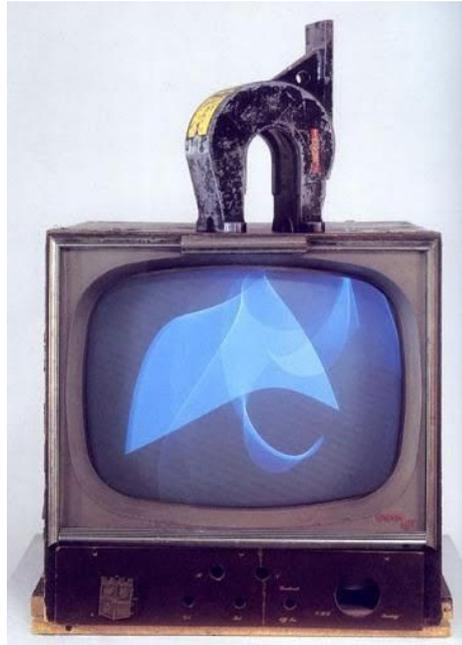


Figure 14 *Magnet TV*, un primo esempio dei diversi "televisori preparati" di Nam June Paik.

Negli anni '90 l'artista coreano arriva a comporre i primi VIDEO WALL, composti da vere TV di diverse dimensioni, anticipando quindi il design della tecnologia LED che costituisce i moderni LED wall.



Figure 15 Il Video-Wall di Paik, raffigurante la bandiera americana.

La stessa esigenza di rompere gli schemi dell'utilizzo e del senso del mezzo televisivo fu in seguito adottata da altri artisti contemporanei a Paik, come i coniugi Steina e Woody Vasulka e Aldo Tambellini. Entrambi sono sì artisti, ma allo stesso tempo profondi conoscitori della scienza e della tecnologia alla base dei sistemi utilizzati. Essi lavorano con l'elaborazione e la distorsione del segnale elettrico che fa funzionare il sistema televisivo, attraverso la manipolazione del tubo catodico e la profonda comprensione del funzionamento di tali tecnologie.

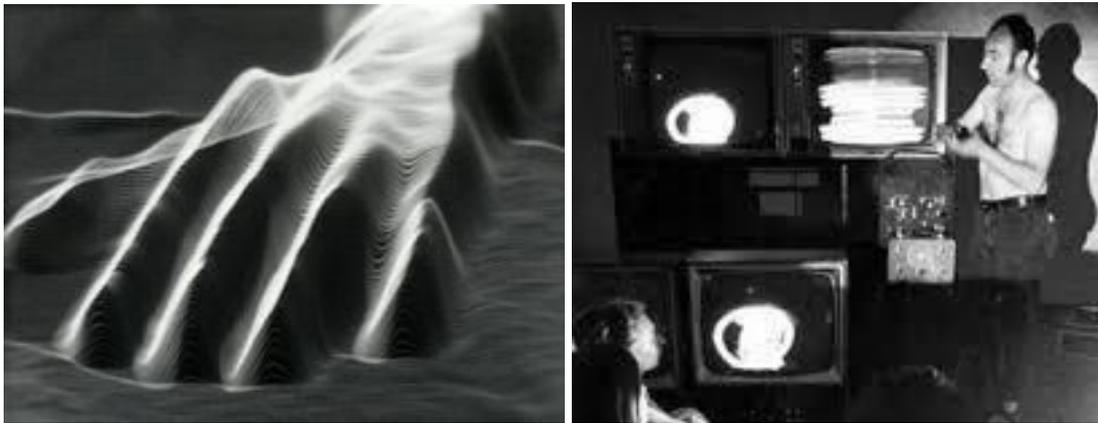


Figure 16 A sinistra, una mano ripresa e visualizzata attraverso la tecnica TV Scanning ideata dai Vesulka's. A destra, Aldo Tambellini durante un suo workshop a NY.

Altra coppia di artisti che sfrutta la possibilità della multivisione con un set di 9 TV collegate sono Frank Gillette e Ira Schneider. Nell'installazione *Wipe Cycle* del 1969 lo spettatore e l'ambiente circostante vengono ripresi da una telecamera che trasmette l'informazione visiva nei nove monitor a tempi diversi. Un sistema di live feedback che permetteva allo spettatore di vedere se stesso non solo nel *qui e ora*, ma anche otto secondi e sedici secondi nel passato.



Figure 17 L'installazione *Wipe Cycle* di Frank Gillette e Ira Schneider.

LAVORI PIONIERISTICI DI COMPUTER ART

Con lo studio artistico sulle potenzialità e sui modi per interfacciarsi alle macchine digitali inizia il percorso della Computer Art. Questa tipologia di arte viene spesso associata al primo artista-matematico che costruì le prime forme “eleganti” attraverso un oscilloscopio: si tratta di Ben Laposky, che nel 1956 creò diverse sculture elettroniche usando segnali algoritmici per programmare e controllare le immagini su un monitor CRT.

Nel 1968 all’Institute of Contemporary Arts di ICA Londra Jasia Reichardt cura la prima mostra di cybernetic art: *Cybernetic Serendipity*²⁰. Il grande interesse suscitato da questo avvenimento ha reso evidente a un vasto pubblico che gli approcci derivati dalla ricerca scientifica in voga in quegli anni, sulla cibernetica e sull’intelligenza artificiale, possono stabilire rapporti interdisciplinari di creazione con il mondo dell’arte.

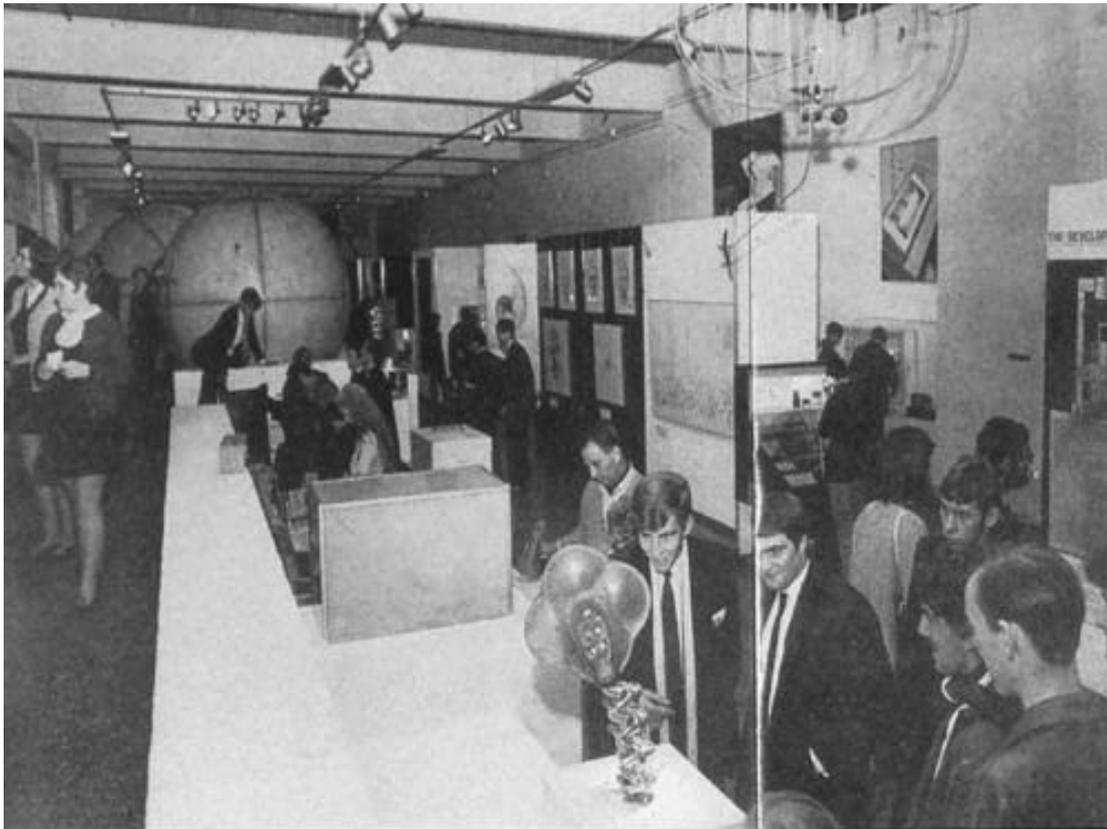


Figure 18 Una foto della mostra *Cybernetic Serendipity* a Londra nel 1968.

Il grande successo di pubblico ha poi portato la mostra in diverse gallerie d’arte negli Stati Uniti, ma anche all’interno dello Science Center Exploratorium di San Francisco, fresco d’apertura, dove alcuni *exhibit* sono ospitati ancora oggi.

Le opere esposte erano generate da computer (come musica o spartiti musicali) oppure erano i dispositivi stessi a essere l’oggetto in mostra. Il concetto di feedback, e quindi di interattività, è stato pubblicamente evidenziato da oggetti che

reagiscono a qualcosa nell'ambiente, umano o meccanico, e in risposta producono suono, luce o movimento.

Una parte della mostra riguardava algoritmi e dispositivi per la generazione di musica da computer. Si trattava di composizioni scritte da computer ed eseguite da esseri umani, come *Illiad Suite (Experiment 4)* di Lajaren Hiller & Leonard Isaacson, ma anche di pezzi che utilizzano il computer sia come strumento per comporre che come strumento per la creazione del suono. Peter Zinovieff ha prestato parte della sua attrezzatura da studio, che a detta del musicista "è dominato da un computer che a sua volta viene dominato da altri computer". I visitatori potevano cantare o fischiare una melodia in un microfono e la sua attrezzatura elettronica improvvisava un brano musicale basato sulla melodia.

Il lavoro portato dal noto compositore John Cage riguardava un aspetto fondamentale per lo sviluppo di quella che sarà la musica elettronica, il concetto di casualità, o meglio, lasciare una decisione al caso all'interno di una gamma di possibilità esattamente specificata.

L'aspetto acustico è invece utilizzato per muovere oggetti fisici, che reagiscono a stimoli sonori ambientali. È il caso del lavoro di Edward Ihnatowicz e la sua scultura elettro-idraulica *SAM*, studiata per cambiare forma a seconda dei segnali acustici ricevuti.

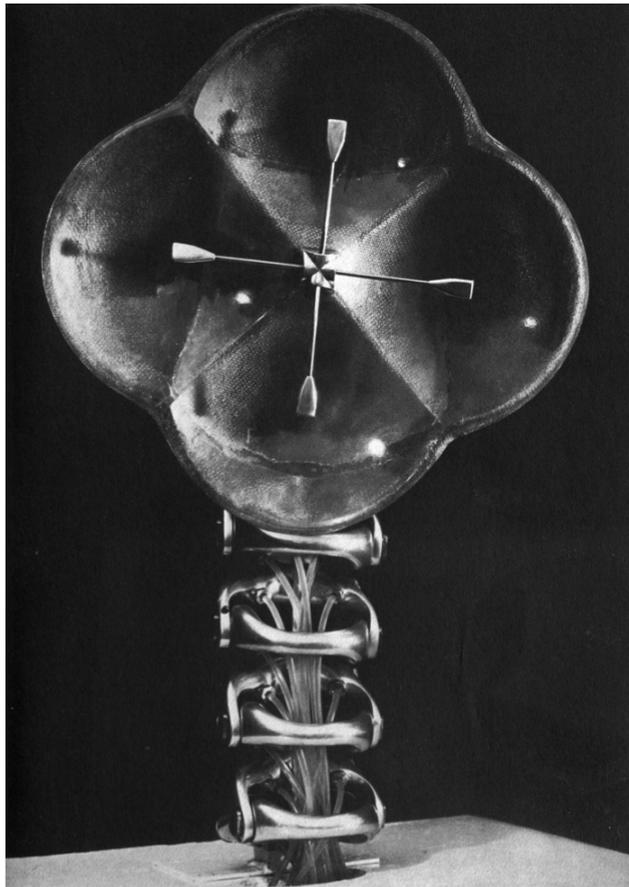


Figure 19 La scultura elettro-idraulica *SAM* di Edward Ihnatowicz.

La mostra contiene anche il pensiero artistico di critica alla società del tempo. Attraverso il lavoro di Gustav Metzger ad esempio, che porta un progetto di scultura programmata per auto-distruggersi nel tempo. Dal 1959 Metzger sviluppò il concetto di arte auto-distruttiva sulla base dei temi politici ed ecologici della sua epoca, come la corsa agli armamenti nucleari e la distruzione ecologica.

Non mancano progetti di danza: un'intera coreografia elaborata da un computer grazie ad una collaborazione tra la danzatrice Jeanne H. Beaman e lo scienziato Paul Le Vasseur del Computer and Data Processing Center dell'Università di Pittsburgh. Una lista di tre soli comandi come ritmo, direzione e movimento sono stati così elaborati da un computer e selezionati in maniera caotica.

In *Sidebands 1968* vengono elaborate le classiche forme di Lissajous tramite tecnica oscillografica utilizzata dagli ingegneri per la misurazione delle frequenze.

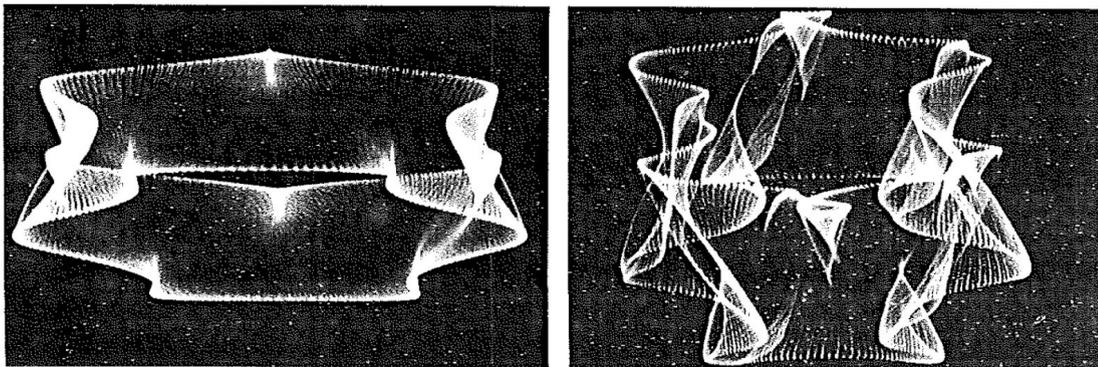


Figure 20 Alcune foto delle forme create con tecnica oscillografica per l'installazione *Sidebands*.

Una realtà industriale molto forte al tempo, la Honeywell-Emett Computers, fu invitata a portare una sua produzione tecnologica in questo ambiente artistico. Il risultato è stata l'introduzione di elementi estetizzanti pensati per rappresentare le diverse parti normalmente utilizzate da un computer. Il *Forget-me-not* è un computer funzionante costruito in bambù, per poter essere inserito in una camera elegante senza recare troppo disturbo visivo.

Altro oggetto pionieristico entrato a far parte di *Cybernetics Serendipity* fu il braccio computerizzato dedito al disegno, nulla di più che un plotter rispetto ai moderni bracci robotici, ma di sicuro il primo di una serie di tentativi di rendere fluidi e umani i movimenti di una macchina. La penna tenuta dal plotter ideato da D.P. Henry disegnava traiettorie ellittiche, mentre i movimenti del ripiano su cui si trovava il foglio di carta distorcevano il disegno.

Tra i film presenti è bene citare il lavoro del padre delle animazioni astratte su pellicola John H. Whitney, realizzato in collaborazione con IBM. *Permutations* è una serie di immagini in movimento create dal IBM 2250 Graphic Display Console.



Figure 21 *Forget-me-not, il computer della Honeywell-Emett.*

Il potenziale tecnologico dei computer iniziava ad interessare il settore industriale e commerciale, oltre che a quello accademico. Ma all'inizio l'utilizzo di tali macchine era limitato alla ricerca scientifica e dedicato all'aumento dell'efficienza e del profitto delle industrie, tramite l'elaborazione di processi automatizzati e precisi, guidati da un solo enorme computer che da solo bastava a riempire un'intera stanza.

Dall'inizio degli anni '70, in pochi anni, si iniziano a produrre i primi personal computer, di dimensioni quindi adatte all'uso personale in ufficio, controllati da addetti sempre più specializzati. Nell'arco di dieci anni il computer diventa **personal**: inizia a essere acquistato dalle famiglie e a trovare posto in una stanza di casa. Siamo negli anni '80 e tutta la tecnologia scopre il mercato dedicato agli oggetti personali, acquistabili anche a poco prezzo e soprattutto portatili.

I NUOVI MEDIA E LA RICERCA ARTISTICA NELLA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Sia in passato che in epoca moderna e contemporanea si riscontra uno schema comune che descrive i rapporti tra scienza, tecnologia, società e arte. La società si abitua all'uso della tecnologia e il mercato rende accessibile a molti il piacere di beneficiare di tali progressi.

Una nuova tecnologia alla portata di tutti (come la TV o il computer) diventa quindi oggetto di studio e manipolazione: gli artisti iniziano a capire il funzionamento di tale tecnologia e quindi a piegarla a loro piacimento.

Nel fare ciò, l'arte si ritrova divisa principalmente in due correnti: alcuni artisti preferiscono denunciare un sistema in grado solamente di produrre beni tecnologici per un fruitore medio, spesso non disposto a conoscerne il funzionamento, e quindi lontano dall'utilizzare tali tecnologie a proprio vantaggio. Altri artisti invece tendono ad abbracciare i progressi tecnologici e a spingere sempre più in là i limiti raggiunti dall'uomo.

È chiaro che, a mano a mano che la tecnologia progredisce, vengono prodotti dispositivi più potenti e innovativi. Ma la caratteristica che per prima irrompe nel mercato e consente una svolta epocale nella fruizione degli oggetti tecnologici è la *portabilità* degli oggetti stessi.

I dispositivi per l'ascolto e la registrazione di materiale audio hanno per esempio subito diverse fasi evolutive: i dischi in vinile inventati dall'ingegnere ungherese Peter Carl Goldmark verso gli anni '40 del secolo scorso sostituiscono i precedenti dischi in gommalacca utilizzati per i grammofoni. Negli stessi anni viene inventato un sistema di registrazione a nastri magnetici, precursore di quelle che saranno le musicassette inventate dalla Philips nel 1963. La musica diventa tascabile e successivamente digitale con i primi CD, subito declassati (anche se non del tutto sostituiti) dal formato mp3.

Curiosamente le prime musicassette sono utilizzate come raccoglitori di dati per i primi personal computer (o home computer), che iniziano a popolare le case degli utenti verso gli anni '70 e '80. Assieme a questi dispositivi ricordiamo i videoregistratori e le telecamere a nastri magnetici, poi ovviamente sostituite dall'attuale tecnologia digitale, ma non possiamo dimenticare i dispositivi mobili per la comunicazione, come i telefoni cellulari e gli attuali smartphone, veri e propri computer tascabili.

La portabilità è una qualità che consente alle persone di possedere e utilizzare determinate apparecchiature ovunque, senza limitazioni se non la propria creatività e quella dell'alimentazione elettrica (divenuta portatile con l'invenzione delle batterie, ma che costituisce ancora oggi un fattore limitante). Alla portabilità si aggiunge poi la conseguente personalizzazione degli strumenti tecnologici, oltre che del design, anche della modalità di fruizione degli stessi.

Diventa possibile registrare i propri materiali audio e video, manipolarli e renderli ricordi unici da poter riascoltare o riguardare. Grazie poi ai software per computer viene reso accessibile un linguaggio di programmazione all'inizio molto complicato, ma oggi diventato molto semplice e intuitivo. Le persone possono quindi inventarsi i propri programmi e metterli in vendita. Tutti questi fattori

aumentano esponenzialmente la possibilità di scelta, di ideazione e di produzione. È la nascita, progressiva e esponenziale, dei nuovi media, sui quali oggi ci basiamo per osservare il mondo.

A questa prima ondata rivoluzionaria si aggiunge un altro aspetto essenziale, reso disponibile dal progresso tecnologico: la *connettività*.

Internet fu teorizzato in una pubblicazione scientifica del 1962 da due scienziati del MIT, Joseph C.R. Licklider e Welden E. Clark, e successivamente concretizzato in ARPANET, tecnologia a scopo militare usata dall'agenzia statunitense DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency).

Nel 1991 nasce l'attuale World Wide Web con l'invenzione del protocollo http (*HyperText Transfer Protocol*) da parte di Tim Berners-Lee, ricercatore al CERN di Ginevra. La Rete imposta un sistema di condivisione senza precedenti di contenuti digitali: le informazioni si rendono disponibili in tempi molto brevi e senza limiti di spazio fisico, se non quello definito dalla capacità di memoria dei computer. L'immediatezza con la quale i vecchi media analogici diventano obsoleti è sconcertante, come lo è la velocità di avvicendamento di tecnologie sempre più potenti e sempre più innovative.

La nascita di piattaforme digitali consente di condividere contenuti e informazioni, e ciò porta rapidamente a un'esponenziale possibilità di creazione e invenzione, sia in campo scientifico sia in quello artistico. È la nascita della Net-Art, spesso collegata a dimostrazioni politicamente attive nella lotta contro interessi aziendali o governativi. L'arte postale iniziata dal movimento Fluxus in cui artisti da tutto il mondo si scambiavano lettere e oggetti per posta viene sostituita da effimere email e messaggi digitali, forse meno reali ma più efficienti e soprattutto più veloci, immediati.

Un primo importante lavoro collettivo che tratta la raccolta di informazioni da parte di entità digitali autonome all'interno di un ambiente (network) virtuale flessibile è *Simulation Mosaik Data Klaenge* del gruppo svizzero *Knowbotics Research*. Il gruppo nato nel 1991 con base a Zurigo ha regolarmente invitato persone provenienti da settori non artistici a partecipare ai loro progetti, come scienziati, filosofi e ingegneri.

Un lavoro successivo, *Dialogue With The Knowbotic South* (1994-1997), usa i dati reali di varie stazioni di ricerca in Antartide. L'area intorno al Polo Sud è uno spazio naturale relativamente inesplorato, senza storia di civiltà, dove la permanenza dell'uomo si riduce in stazioni di monitoraggio e laboratori scientifici. In quest'opera interattiva i visitatori sono in contatto con le stazioni meteorologiche in Antartide attraverso dati visivi che appaiono sugli schermi di proiezione. Contrariamente alla "Wunderkammer" del XVI e XVII secolo, dove oggetti statici e descrizioni dovevano dare un'impressione della realtà, oggi, i sistemi dinamici di raccolta e condivisione dati come internet vengono utilizzati per visualizzare processi in continua evoluzione.

Un filo conduttore della maggior parte degli esperimenti artistici di Net Art è quello di creare consapevolezza sull'uso degli strumenti disseminati in internet. *The Web Stalker* è un progetto del 1997, un browser creato da artisti (Matthew Fuller, Simon Pope, Colin Green) che sfidava le convenzioni emergenti del web come nuovo

media. Rilasciato in un momento in cui Netscape Navigator e Microsoft Internet Explorer gareggiavano per il predominio, criticava questi browser commerciali per aver incoraggiato modalità di navigazione passive e restrittive.

L'interfaccia radicale di *The Web Stalker* ha reinventato la navigazione web ignorando le immagini e la formattazione classica, consentendo invece agli utenti di spostarsi liberamente tra i testi online, evidenziando le connessioni tra i vari siti. *Web Stalker* si pone come browser provocatorio, suggerendo che per combattere l'emergente standardizzazione dell'interfaccia grafica di navigazione (voluta dalle aziende produttrici), si deve guardare oltre l'HTML e considerare altri aspetti della sua infrastruttura.

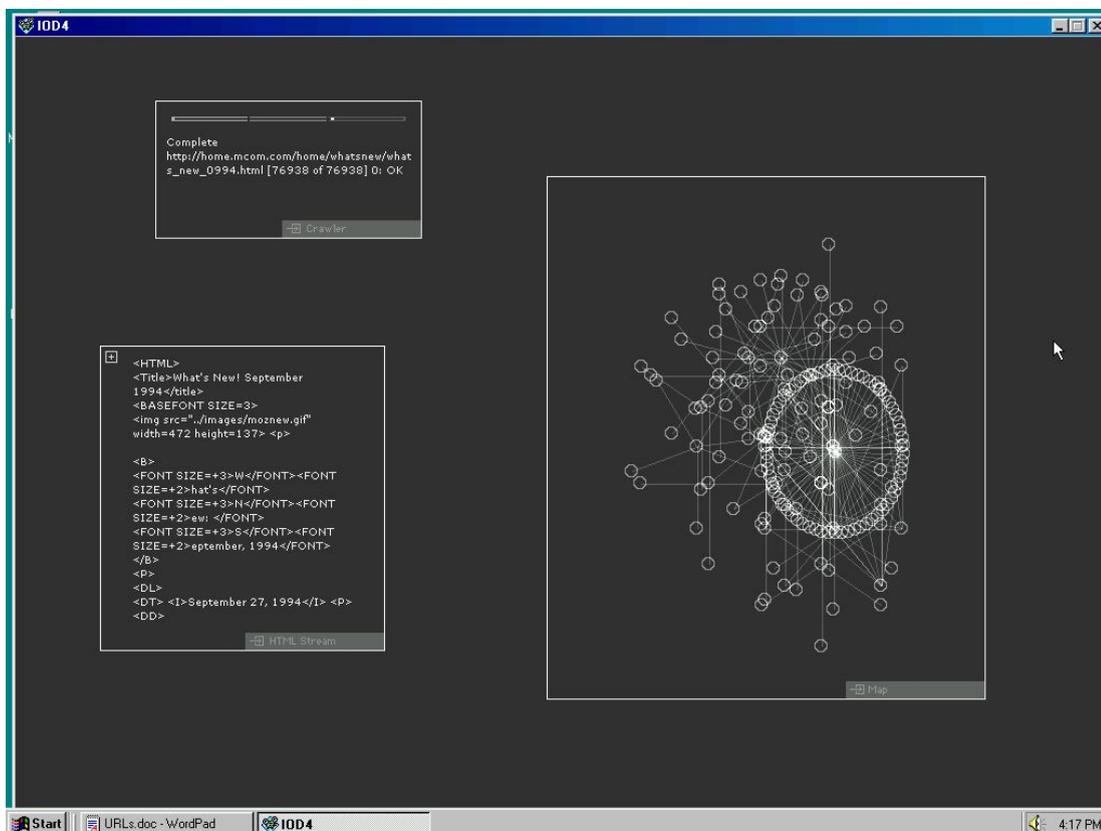


Figure 22 Una schermata di *The Web Stalker*, un browser creato dagli artisti Matthew Fuller, Simon Pope, Colin Green.

Un'opera molto interessante evidenzia invece quelle caratteristiche della rete che la fanno intendere sia come contenitore di dati accessibili solamente tramite l'utilizzo di determinate tecnologie (come computer e modem), sia come rete aperta dove i dati possono essere utilizzati dalle compagnie colosso come Google, Facebook, Amazon eccetera. Aram Bartholl realizza nel 2010 un network chiuso per eccellenza, conficcando delle memorie USB all'interno di muri sparsi in diverse città. Un'operazione simbolica che intende porre l'attenzione sulla possibilità di creare una rete offline.

Lo stesso artista crea nel 2015 *Keep Alive*, un focolare che al momento in cui viene acceso alimenta un router offline contenente diversi files e informazioni.

L'accessibilità ai contenuti digitali è resa possibile da un'azione primitiva come accendere un fuoco, in antitesi con la modernità e il progresso tecnologico.



Figure 23 Aram Bartholl: un network chiuso per eccellenza, memorie USB all'interno di muri sparsi in diverse città.



Figure 24 Keep Alive, un focolare che al momento in cui viene acceso alimenta un router offline contenente diversi files e informazioni.

L'aspetto sociale di comunità in internet subisce poi un'impennata con l'arrivo dei social-media. L'identità online diventa un'opportunità per far conoscere una parte di sé, reale o inventata che sia. Si può essere online quello che nella vita reale ci è impedito. Questo aspetto caratteristico dei social media è preso come focus per interventi artistici di social media art, che variano tra l'attaccare il sistema social alla radice lo sfruttano per rilevare il lato oscuro della connettività, l'utilizzo dei dati personali da parte di terzi e la delicata questione della privacy.

The Transparency Grenade è una vera e propria arma artistica, sviluppata da Julian Oliver per affrontare le questioni di trasparenza dei dati personali. A differenza della classica granata a mano sovietica F1 su cui è stata modellata, The Transparency Grenade intercetta i dati che viaggiano attraverso le reti locali degli utenti per poi indirizzare il contenuto a un server esterno, da dove è possibile leggere ed estrarre dati provati contenuti nei dispositivi ubicati nell'area di azione della granata. L'opera di net art risultante si presenta sotto forma di una mappa che mostra i dati in un'interfaccia user friendly, mostrando la posizione della "detonazione" e i dati recuperati.

Altro oggetto costruito da Julian Oliver è simile per natura estetica ma di effetto opposto. No Network è un *jammer* di rete a forma di carro armato. Sostanzialmente si tratta di un dispositivo in grado di offuscare qualsiasi forma di rete mobile all'interno di un suo specifico arco di azione, garantendo la privacy dei dispositivi all'interno di esso.



Figure 25 The Transparency Grenade, una vera e propria arma artistica, sviluppata da Julian Oliver per affrontare le questioni di trasparenza dei dati personali.



Figure 26 No Network, il jammer di rete a forma di carro armato sviluppato da Julian Oliver.

Vengono elaborati prototipi di alternative bizzarre e provocatorie ai social network, come *Subvertr*, una piattaforma online che si presta a cercare, sovvertire e manipolare la propria immagine online, intesa come tutti i dati personali che l'utente riversa in rete senza averne il controllo. Più che la praticità dello strumento si cerca di evidenziare una cultura alternativa alla rete. Contemporaneamente a Facebook nascono anche gli *anti-social network* come *My Frenemies* di Angie Waller, che permette di connettersi con persone accomunate dagli stessi disinteressi e delusioni.

Diverse applicazioni consentono invece di ingannare l'algoritmo dei social network con dati falsi e random circa le proprie preferenze tradotte in *like* e *emoticon*. Un software di questo tipo è *GoRando*, realizzato da Benjamin Grosser nel 2017.

Altri siti consentono un'uscita dai social network attraverso un gesto emblematico e plateale, carico di significato simbolico come il rituale di suicidio giapponese *harakiri*: tramite il progetto *Seppukoo* consentiva di compiere un suicidio virtuale per togliere la propria presenza da Facebook, questo fino al 2009 quando il servizio venne bloccato dal gigante dei social network.

Ma non sono solo le persone a essere collegate da un sistema digitale invisibile: oggetti come gli algoritmi diventano entità impalpabili che condizionano giornalmente la nostra realtà.

La questione etica connessa alle Intelligenze Artificiali (AI, la nuova avanguardia del progresso tecnologico) si è evoluta grazie alla sperimentazione sul campo dei primi algoritmi. Noti sono gli scandali emersi dagli algoritmi che *twittano* messaggi basati sull'apprendimento automatico, e che risultano razzisti e sessisti perché attingono al bacino di utenti umano, e pertanto si rendono specchio di una società²¹.

Un progetto artistico recente, chiamato *ImageNet Roulette* ha offerto alle persone la possibilità di vedere come li classificherebbe uno dei database di ricerca di

fotografie più utilizzati, chiamato ImageNet. I risultati sono stati dei più stravaganti ma spesso anche offensivi. Le persone di aspetto caucasico sono state generalmente classificate in termini di lavoro o attitudini funzionali, mentre le persone dalla pelle più scura - o anche solo le immagini scure di chiunque - sono state spesso descritte con termini razzisti.

Oltre che essere oggetto di ricerca scientifica, le AI diventano materiale di studio anche per filosofi e artisti, che ne sottolineano gli aspetti contraddittori ponendo questioni etiche e morali sul loro utilizzo. Da sottolineare il lavoro di Joy Buolamwini²², ricercatrice all'MIT che ha fondato la *Algorithmic Justice League* per combattere i pregiudizi in cui spesso si può incorrere utilizzando le intelligenze artificiali e software di riconoscimento facciale.

Anche l'artista nigeriana Mimi Onuoha tratta delle discriminazioni e dei potenziali bias contenuti nelle AI: il lavoro *The Library of Missing Datasets* parla della sproporzionata quantità di dati riguardanti la popolazione afro-americana negli USA.

Anche Stephanie Dinkins, un'artista transmediale con sede a New York, crea piattaforme per il dialogo sull'intelligenza artificiale in relazione con colore della pelle, sessualità ed età. Il lavoro della Dinkins è particolarmente concentrato sulle comunità di colore, per co-creare ecosistemi intelligenti artificiali più inclusivi, equi ed etici.

Molto interessante anche il lavoro di Memo Atken, artista turco con base a Londra, che genera immagini generate da Convolutional Neural Networks da lui programmate, e lasciate opensource.

Altri progetti di ArtScience basati su AI saranno trattati nel prosieguo di questa tesi.



Figure 27 Joy Buolamwini in una foto del suo progetto The Aspire Mirror.



Figure 28 Memo Atken, un frame del progetto *Learning to See* del 2017.

L'idea che anche oggetti capaci di prendere decisioni possano essere tra di loro collegati conduce alla nascita dell'Internet of Things (IoT), ovvero una rete virtuale dove gli esseri umani sono solo marginalmente coinvolti, esclusi dal lato nascosto dell'interfaccia, fruitori inconsapevoli di decisioni prese da singoli oggetti di uso comune. Anche questo aspetto tecnologico si sta diffondendo tra le comunità di artisti/ricercatori in grado di sfruttarne le caratteristiche per produrre oggetti e realizzare opere artistiche con impatto sociale e comunicativo.

L'incorporazione del mondo IoT nelle opere d'arte consente di costruire connessioni emotive tra gli utenti ed esplorare nuovi modi di interazione.

I sistemi complessi e in continua evoluzione che operano intorno a noi sempre più spesso mediano le nostre interazioni con le aziende, i prodotti del mercato, i governi e le istituzioni governative, le altre persone. Sempre più, l'Internet of Things (IoT) opera al centro dei diversi sistemi che connettono, monitorano e controllano i nostri dati, dati che rispecchiano e descrivono quasi tutte le attività umane. Questi sistemi sono sempre più invisibilmente presenti nella nostra quotidianità.

L'assoluta complessità dei sistemi IoT odierni li rende opachi e difficili da comprendere. L'arte potrebbe essere ancora una volta un linguaggio adatto per rivendicare la trasparenza e iniziare un'indagine sull'impatto sociale di questa tecnologia.

Le tecnologie IoT vengono sviluppate e implementate per soddisfare vari tipi di esigenze personali, civiche e aziendali; dai sensori degli smartphone agli elettrodomestici telecomandati, dai monitor utilizzati in chirurgia ai sistemi di trasporto di massa.

Nel 2016 il programma europeo *IoT Large Scale Pilots (LSP)* si pone l'obiettivo di favorire la diffusione e l'evoluzione delle soluzioni IoT in ambienti di vita intelligenti, dispositivi indossabili e auto a guida autonoma.

In questo contesto di sperimentazione la FutureEverything, un'organizzazione che dal 1995 tratta di cultura digitale esplorando l'intersezione tra arte, tecnologia e società, ha come ruolo quello di dimostrare il valore dell'intervento artistico nell'innescare l'innovazione e nel promuoverne un dibattito.

Nell'edizione di Ars Electronica del 2018 FutureEverything ha organizzato un laboratorio tra artisti e scienziati per realizzare un abbozzo del primo *Manifesto of Art in IoT*.

Jason Crouch, uno degli organizzatori e autori di quest'iniziativa, ribadisce come *"l'arte è una potente lente attraverso la quale possiamo dare un senso al mondo che ci circonda e al nostro posto al suo interno. La pratica artistica rappresenta una sorta di laboratorio in cui solleviamo domande, testiamo le nostre ipotesi e consideriamo le sfide etiche, legali e morali del perché le cose vengono fatte come sono"*.

L'immediata accessibilità alle tecnologie IoT e il loro non eccessivo costo permette la realizzazione di progetti creativi da parte di artisti con competenze tecnologiche adeguate.

L'artista multimediale Kasia Molga sviluppa una performance in larga scala che chiama Human Sensor LDN, utilizzando tecnologie IoT. L'installazione esplora l'esposizione quotidiana dei londinesi all'inquinamento atmosferico attraverso una combinazione di tecnologia IoT indossabile e movimenti di danza. Collegati a una serie di sensori di dati sulla respirazione e sull'inquinamento atmosferico, i costumi

della ballerina si illuminano in una risposta in tempo reale ai livelli di inquinamento, pulsando con il respiro e i movimenti.



Figure 29 I vestiti IoT indossati dai ballerini per Human Sensor LDN.

Una delle applicazioni più utilizzate delle tecnologie IoT nel mondo artistico si accompagna spesso a delle soluzioni architettoniche innovative, inserite sia nel contesto urbano che in quello museale.

Molti progetti di IoT Art sono delle vere e proprie sculture interattive munite di vari sensori, che collezionano dati in tempo reale e li espongono al pubblico attraverso una visualizzazione accattivante, capace di raccontare con immediatezza il significato dei dati raccolti. I dati raccolti possono essere di diverse tipologie: corrispondenti a comportamenti sociali o individuali (per esempio legati all'utilizzo degli smartphone), oppure legati a fattori scientifici ambientali come inquinamento atmosferico.

Alcuni progetti di IoT attingono al linguaggio artistico per trasferire informazioni di carattere scientifico ad un vasto pubblico.

È il caso di progetti come *"Living Light"*, di Soo-in Yang e David Benjamin, che fornisce un'architettura informativa e funzionale. Questo progetto è collocato in un parco pubblico a Seoul e consiste in una serie di pannelli che, ogni 15 minuti, ricevono dati della qualità dell'aria da 27 sensori forniti dal Ministero dell'Ambiente coreano, e si illuminano a seconda della quantità di inquinamento presente nei vari quartieri della città. Inoltre, un utente può inviare un messaggio di testo alla struttura, che risponde con le informazioni sulla qualità dell'aria a livello locale.



Figure 30 L'architettura interattiva IoT a Seoul, che risponde ai dati raccolti sulla qualità dell'aria nei quartieri della città.

Altre architetture funzionali che raccolgono dati relativi alla qualità dell'aria o dell'acqua e li restituiscono in forma artistica sono state realizzate in diversi progetti. "Waves" di Matt Roberts, dove il moto ondoso dell'oceano viene trasformato in suoni che vanno a modificare la superficie dell'acqua versata in un piccolo catino all'interno di un museo. Una diversa visualizzazione del moto ondoso del mare la propone il progetto "Tele-Present Water" di David Bowen, un reticolo di tubi snodabile che si muove, grazie a 11 motori inseriti nelle intersezioni, in relazione ai dati forniti in tempo reale dalla National Oceanic and Atmospheric Administration in Alaska.

Molto simile per struttura è "Articulated Surface" di Justine Holzman, Ji Park and Luke Venable. In questo caso il design rappresenta una superficie dinamica e un sistema di luci che risponde e si adatta ai parametri di monitoraggio del bacino del fiume Atchafalaya in Louisiana: contenuto di ossigeno disciolto, la temperatura dell'acqua, la velocità della corrente e la profondità.

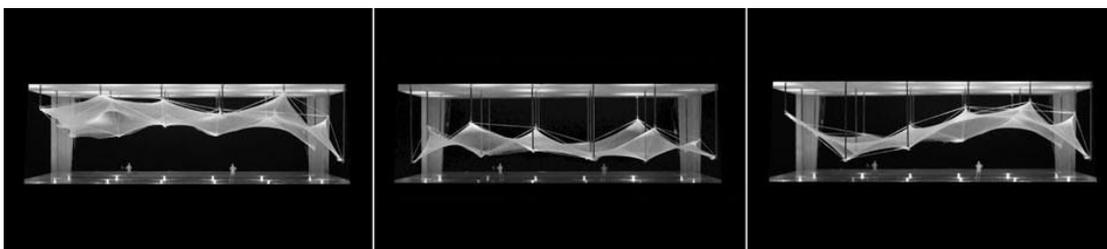


Figure 31 L'installazione meccanica regolata da tecnologie IoT Articulated Surface, basata sui dati raccolti dal bacino del fiume Atchafalaya.

Le applicazioni di IoT che si focalizzano sull'ambiente domestico sono state concentrate in un singolare progetto realizzato in Italia dal co-fondatore di Arduino (Massimo Banzi) e grazie alla visione futuristica dello scrittore Bruce Sterling e di Jasmina Tesanovic. *Casa Jasmina* consiste infatti in una serie di appartamenti (affittabili su Air B&B) dove ogni oggetto è collegato tramite tecnologie IoT, dal termostato, al mobilio, al giardino.

Progetto molto interessante legato al consumo responsabile di CO₂ a livello domestico è *Natural Fuse*, sviluppato nel 2009 da Haque Design + Research di NY. Dei vasi contenenti piante (i "fuse") sono dotati di una presa di corrente alla quale si possono collegati piccoli elettrodomestici come lampade, ventilatori o diffusori acustici. L'utilizzo di elettricità da parte di questi elettrodomestici viene misurato come produzione di anidride carbonica nel tempo, e se essa supera la quantità che la pianta è in grado di compensare (attraverso il proprio naturale processo di cattura della CO₂), la corrente elettrica viene interrotta. La capacità della pianta di compensare anidride carbonica è quindi utilizzata come indicatore al pari di un fusibile, che interrompe il flusso di corrente elettrica se sovraccaricato.

Inoltre, questi vasi sono in comunicazione tra di loro anche da diverse città e appartamenti: in questo modo è possibile sfruttare la compensazione di anidride carbonica del "*Natural Fuse*" di un vicino, a patto che egli non stia utilizzando la propria pianta. Un sito internet permette di visualizzare i vari consumi e mette in contatto i possessori di questi sistemi, che possono quindi organizzarsi sul consumo di energia sostenibile.



Figure 32 Un sistema di Natural Fuse collegato, in questo caso, a una lampada da tavolo.

La tecnologia ha reso possibile una maggior connessione tra le persone e ha portato di conseguenza anche alla formazione di nuove correnti di pensiero filosofico. Ma la tecnologia è, nel contempo, diventata invisibile, effimera. L'utente medio non ne conosce la struttura, né la dinamica o il principio funzionale. In molti

casi ci si accontenta del “basta che funzioni” e non ci preoccupiamo di conoscere il come una tale tecnologia operi. Questo perché spesso è necessario un background di studi specifici per comprendere a pieno le attuali tecnologie digitali, nascoste dietro un’interfaccia “*user friendly*”, ovvero un portale di comunicazione rivolto all’utente umano, che nasconde tutto il lato oscuro e incomprensibile dell’oggetto, rendendolo fruibile e rassicurante.

Antropologi e ricercatori affermano che viviamo sempre più in una “società dell’informazione”, chiamata “*infosfera*”, come definita da Luciano Floridi nel suo libro riguardante la Quarta Rivoluzione Industriale²³. Secondo l’autore, lo sviluppo tecnologico e industriale sul quale oggi ci basiamo, ha modificato il modo con cui comunichiamo e ci informiamo. I confini tra la vita reale e la vita online è diventato molto sottile, perché siamo sempre più connessi ad internet e senza che ce ne accorgiamo ci affidiamo alla rete ogni giorno, per svolgere molte mansioni routinarie. Floridi parla di vita *onlife*, in cui siamo connessi l’un l’altro senza soluzione di continuità, all’interno di un tessuto connettivo globale che chiama *infosfera*. Questo passaggio rappresenta per il modo di vivere dell’uomo, una quarta rivoluzione (dopo quelle di Copernico, Darwin e Freud) che ha già iniziato a cambiare il modo di vivere e relazionarci tra di noi, con il Pianeta e anche con quello che si trova al di fuori di esso.

ARTISTI E SCIENZIATI: RICERCATORI

Dagli esempi visti finora si può evincere che vari artisti si sono trovati davanti all'esigenza di sperimentare con le nuove tecnologie che caratterizzano diversi periodi storici. Inoltre, consideriamo il fatto che la velocità del progresso tecnologico è aumentata in maniera esponenziale negli ultimi 40 anni, e la continua produzione di oggetti tecnologici porta a considerare obsoleti i prodotti dopo solamente un anno o due dall'uscita sul mercato. Allo stesso modo la ricerca scientifica si muove freneticamente di anno in anno verso nuove scoperte. Se vuole fare ricerca scientifica, il ricercatore deve costantemente aggiornarsi sui progressi riportati in letteratura.

Allo stesso modo, se il ricercatore vuole raccontare il progresso scientifico, sia dal punto di vista tecnologico sia da quello culturale, etico e sociale, attraverso un linguaggio artistico è necessario che egli studi e conosca al meglio l'argomento scientifico che vuole trattare.

In progetti interdisciplinari tra "arte-scienza-tecnologia" l'artista diventa un vero e proprio ricercatore, al pari degli scienziati. Egli deve ininterrottamente informarsi per stare al passo con i continui cambiamenti tecnologici e l'accavallarsi di nuove idee e scoperte scientifiche, trovandosi così in una ricerca-studio specializzata e incessante.

Prendiamo in considerazione i seguenti fatti:

- Il ricercatore J.T. ha sviluppato un metodo di utilizzo dell'ingegneria genetica per codificare dei messaggi nel genoma batterico.
- Il ricercatore S. ha sviluppato un sistema in modo che altre persone potessero controllare il suo corpo attraverso la stimolazione elettrica.
- I ricercatori C.E. e U.W. allevarono una linea di topi con una propensione speciale a rosicchiare cavi per computer.
- Dei ricercatori hanno creato colonie di piccoli robots dotati di alcuni comportamenti base che possono evolvere in sistemi intelligenti complessi attraverso l'auto-apprendimento.

Fanno essi parte di una ricerca artistica o scientifica?

Notiamo che è difficile sostenerlo con certezza e questa confusione è un elemento indicativo che caratterizza la zona di sovrapposizione tra arte e scienza²⁴.

In questa tesi non si cerca di trovare un linguaggio epistemologico comune tra arte e scienza, ma s'intende affermare che entrambe queste discipline sono spinte culturali fondamentali, poiché creano domande e formulano nuovi quesiti. Inoltre si vuole promuovere l'integrazione di questi linguaggi diversi come potente mezzo di comunicazione della scienza.

Sia gli artisti sia gli scienziati usano immaginazione e logica, consciamente e inconsciamente, all'interno di un determinato ambiente che rappresenta un particolare insieme di eventi o problemi. Il pensiero creativo è caratteristica comune di queste attività.

Fu Albert Einstein a sostenere che:

“Man tries to make for himself in the fashion that suits him best, a simplified and intelligible picture of the world; he then tries to some extent to substitute this cosmos of his for the world of experience, and thus to overcome it. This is what the painter, the poet, the speculative philosopher and the natural scientist do, each in his own fashion”.

Ovvero:

“L'uomo cerca di costruirsi, nella maniera che gli si adatta meglio, un'immagine semplificata e intelligibile del mondo; cerca quindi in una certa misura di sostituire questo suo cosmo con il mondo dell'esperienza, e quindi di superarlo. Questo è ciò che fanno il pittore, il poeta, il filosofo speculativo e lo scienziato naturale, ognuno a suo modo”.

Il pensiero creativo, solitamente associato a un intervento artistico, ha quindi molto in comune con l'avanzamento scientifico. Tale affinità si realizza nella curiosità del ricercare, tramite linguaggi diversi, all'interno dei limiti della conoscenza umana, con lo scopo di espanderli. Una cosa certa è che entrambi, artisti e scienziati, ci aiutano a notare e apprezzare quello che in Natura spesso ci è nascosto o non ci è stato insegnato.

Artisti e scienziati si esprimono con un linguaggio corredato di simboli astratti, che rappresentano al meglio il loro lavoro. Nuovi simboli dunque, ma anche nuove immagini e parole prodotte dalla scienza, sono diventati parte della vita di tutti i giorni e possono essere utilizzati anche dagli artisti come materiale su cui lavorare e sperimentare.

Due esempi di tale commistione di linguaggio sono facili da trovare in campo biologico e tecnologico.

La rappresentazione grafica della doppia elica di DNA è diventata ormai simbolo di molte attività correlate alla genetica, ed è sicuramente un'icona riconosciuta anche in campi non scientifici come il cinema, i fumetti, e l'arte contemporanea²⁵.

La parola robot fu introdotta per la prima volta in un dramma teatrale scritto dallo scrittore ceco Karel Čapek nel 1920, e successivamente è entrata nell'immaginario collettivo grazie alla raccolta di racconti di fantascienza di Isaac Asimov “I, Robot”. La tecnologia ha integrato i robot nella produzione industriale, nella vita domestica, e sempre di più ci si affida alle attuali intelligenze artificiali per svolgere compiti prima esclusivamente umani. Oramai il robot è qualcosa che esiste e condivide l'esistenza dell'uomo sulla Terra.

Esistono poi diversi atteggiamenti: l'arte è più attenta all'estetica di rappresentazione mentre alla scienza interessa più la sostanza e la conoscenza dell'argomento ricercato. Di conseguenza la scienza viene intesa come poco passionale e più obiettiva: si presuppone che essa eviti di cadere nella tentazione di perseguire uno scopo solo perché affascinante.

L'attenzione all'estetica, se intesa come eleganza, è però una delle caratteristiche più apprezzate e ricercate dai fisici quando si riferiscono a una teoria^{26,27}. La direttrice della Fondazione Gulbenkian in UK, Siân Ede, riferisce nel suo libro "Art & Science" come la parola "bellezza" sia frequente nei discorsi tra scienziati, molto più di quanto sia pronunciata in ambiente artistico²⁸.

Per quanto differenti, questi due mondi non si devono escludere a vicenda. Sebbene la ricerca artistica debba mantenere una sua intrinseca autonomia e non può essere sottomessa a compiti formali di divulgazione della complessità scientifica, alcune figure intermedie, ibridi artisti/scienziati, potrebbero assumere un ruolo chiave in situazioni di *public understanding*, dove i fatti possono assumere diversi significati, dove le idee possono essere espresse in modo astratto, succinto, addirittura poetico, pur mantenendo in esse lo spirito della curiosità e della ricerca.

I LUOGHI PER UNA COLLABORAZIONE

Per far interagire al meglio i due mondi è necessario preparare adeguatamente sia artisti che scienziati ad una convivenza proficua. Gli scienziati ad essere meno scettici nei confronti del mondo artistico e gli artisti ad essere preparati ad interagire con un linguaggio diverso dal loro e ad assumere nuove competenze nella materia scientifica che intendono affrontare. In questo modo gli artisti possono davvero partecipare in modo significativo alla ricerca scientifica.

L'identificazione di un **luogo** ideale dove far crescere progetti interdisciplinari è un passo fondamentale per creare un'interazione proficua tra scienza e arte.

THE WATERING HOLE

Roger Malina è editor di *Leonardo* dell'MIT Press, un giornale che dal 1968 scrive di interazione tra arte, scienza e tecnologia. In una telefonata informale, Malina spiega l'importanza di definire incontri tra diversi mestieri, dove i professionisti specializzati in diversi campi di ricerca possano condividere le proprie informazioni cercando di dimenticare i propri *bias*, i condizionamenti dovuti alla loro professione. Lui chiama questo luogo ideale di scambio interdisciplinare "the watering hole", ovvero il pozzo d'acqua nella savana, ultima risorsa idrica nella stagione secca, dove gli animali si abbeverano tutti insieme, prede e predatori, dimenticandosi per qualche minuto della propria condizione-istinto. Un luogo di pausa per calmare la sete, dove le leggi della natura vengono messe da parte per uno scopo comune.

Allo stesso modo Malina organizza incontri tra vari esponenti di discipline diverse tra loro in uno spazio comune dove l'interazione è basata solamente sulla curiosità di creare qualcosa di innovativo. Meeting, conferenze, talk per menti aperte e collaborative. Uno di questi abbeveratoi sono i *Laser Talk*, organizzati in tutto il mondo e fonte di ispirazione e discussione su temi sempre diversi che vanno dall'avanguardia tecnologico-scientifica alle ripercussioni etiche che essa comporta.

IL TERZO SPAZIO

La nozione di "terzo luogo" descrive quegli spazi civici di apprendimento informale e di scambio culturale²⁹. Sono i luoghi di incontro come bar, caffè, saloni di bellezza, negozi al dettaglio, dove le persone possono riunirsi, mettere da parte le preoccupazioni del lavoro e della casa e uscire semplicemente per i piaceri della buona compagnia e della vivace conversazione. Sono il cuore della vitalità sociale di una comunità, e un buon esempio di democrazia. In questi luoghi si fondono più mestieri, più esperienze, e quindi diverse opinioni.

Se discipline culturali come l'arte e la scienza restano appannaggio di soli specialisti del settore, si corre il rischio di chiudere delle fondamentali conoscenze all'interno di una *bolla* di pubblico specializzato. Questo è uno scenario che si

dovrebbe evitare, per quanto possibile, attraverso una comunicazione intelligente, rivolta a un pubblico ampio e molto vario. È necessario un luogo di ascolto per cultura, arte e programmi di ricerca scientifica, un luogo di incontro comune, uno spazio generativo e virtuoso di scambio d'esperienze.

La confluenza del mondo scientifico con quello della ricerca artistica forma un campo eterogeneo di collaborazione scientifica ed estetica. Inoltre, da questo territorio comune deve anche potersi aprire un canale di comunicazione per raggiungere una comunità non scientifica e non artistica. Tale comunità è costituita dai diversi pubblici.

Dall'intersezione di questi tre grandi gruppi (arte, scienza e i diversi pubblici) si uno spazio di azione comune, denominato *Terzo Spazio*³⁰.



Figure 33 Il Terzo Spazio, intersezione di Arte, Scienza e diversi Pubblici

Questo luogo *ideale* si distingue per la capacità di connettere diversi pubblici e stakeholders agli scienziati e alle loro ricerche, ma anche alla potenza del linguaggio artistico, in una forma di mutuo accrescimento.

È probabile che per organizzare e rendere operativo uno spazio ibrido come questo sia necessaria una figura altrettanto eterogenea, un "**terzo ricercatore**", a metà strada tra scienziato e artista. Uno scienziato conoscitore del mondo dell'arte

oppure un artista che ha intrapreso studi scientifici, e soprattutto un comunicatore, che sia capace di discernere tra i diversi progetti quelli con alto potenziale comunicativo.

LA REALTÀ EUROPEA

In Europa uno dei centri più attivi che costituisce luogo di incontro tra arte, scienza e tecnologia è ARS Electronica, un festival ma anche un vero centro espositivo e di ricerca situato a Linz, in Austria. Il festival fu fondato nel 1979 da un artista, un giornalista e uno scienziato. Un team perfetto che unisce arte, scienza e comunicazione.

All'interno del centro sono installati laboratori creativi, dove le ultime tecnologie messe a punto dalla ricerca scientifica vengono rivisitate e concretizzate in installazioni interattive e mostre ad hoc per il pubblico. Una delle attrazioni principali è il Deep Space 8K, una stanza illuminata da proiezioni ad alta risoluzione che coprono 16x9 metri di parete e altrettanti di pavimento. Attraverso una tecnologia di laser tracking, grazie alla quale è possibile rendere interattive le proiezioni luminose secondo i movimenti dei visitatori, questo luogo viene utilizzato come attrattore per raccontare le ultime avanguardie tecnologiche.

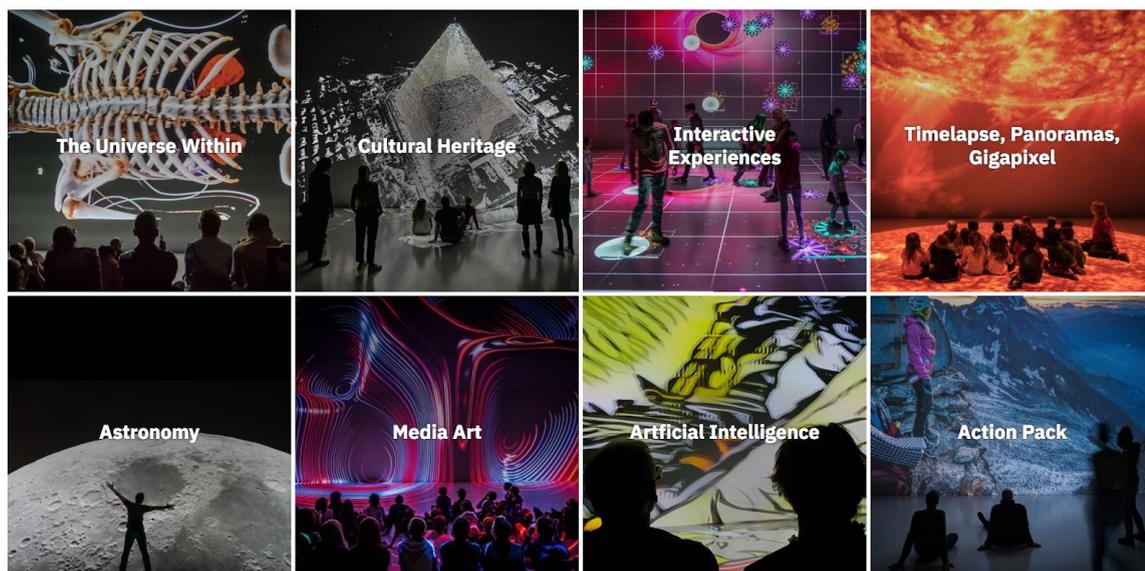


Figure 34 Attività dell'ArsElectronica Center a Linz, Austria.

Collaborazioni a livello europeo non mancano nel carnet di attività del centro di Linz: European Space Agency, CERN, European Southern Observatory in Cile e Fraunhofer MEVIS. Attraverso progetti europei sono state attivate diverse residenze artistiche in questi centri di ricerca internazionali.

I risultati di queste residenze confluiscono all'interno di uno dei più grandi festival dedicati al dialogo tra industria, ricerca scientifica, arte e società: l'ArsElectronica Festival. Nelle parole di Gerfried Stocker e Andreas j. Hirsch, due dei curatori di ArsElectronica, si legge l'intento di far fruttare l'incontro tra creatività e scienza a servizio della società di adesso e di quella che verrà³¹:

“Creating successful examples of mutually fruitful encounters of art and science prepares the ground for something that should be the larger goal behind the entire endeavor: to create a new culture of collaboration of art and science that proves useful to society.”

L'importanza della collaborazione tra scienza e società è stato uno degli obiettivi fissati dal programma europeo Horizon2020. Attraverso diverse azioni progettuali sotto il nome di STEM (Science, Technology, Engineering and Math) si è cercato di costruire una cooperazione efficace tra scienza e società, assumere nuovi talenti per la scienza e associare l'eccellenza scientifica alla consapevolezza e alla responsabilità sociale. L'alleanza tra ArsElectronica e diversi partner europei ha inserito a queste linee guida una lettera nel nome STEM, cambiandolo in STAEM. La lettera "A" sta per Arte, ed è stata aggiunta per incorporare i benefici che le pratiche artistiche possono apportare alle materie scientifiche. Secondo l'Unione Europea quindi, un approccio inter-disciplinare applicato all'educazione, inteso a fornire le competenze necessarie per i lavori high-tech, è considerato fondamentale per la prosperità economica nel 21° secolo.

Tra gli esempi virtuosi ad aver adottato questo approccio, risalta il Planetary Collegium della University of Plymouth fondato da Roy Ascott, un centro di sperimentazione artistico/scientifica con diverse sedi tra cui una anche in Italia, a Trento, dove sono attivi dei programmi di Ph.D. Sempre in Inghilterra troviamo la University of the Arts a Londra. Altre università europee hanno adottato le linee guida STEAM a Dresda, Helsinki, Birmingham, Amsterdam, ed è coinvolto anche lo science center di Dublino.

Anche il CERN (Organizzazione Europea per la Ricerca sul Nucleare) ha iniziato diverse collaborazioni tra arte e scienza all'interno del progetto "Arts at CERN". Oltre ad avere una sala espositiva permanente, l'istituto ospita artisti da tutto il mondo tramite più programmi di residenza artistica.

Il fisico Tedesco Rolf-Dieter Heuer, è stato direttore generale del CERN dal 2009 al 2015. Durante questo periodo è stato scoperto il bosone di Higgs, grande risultato scientifico, ma è stata anche attivata la collaborazione, tuttora vigente, con ArsElectronica di Linz e le residenze artistiche al CERN. Rolf-Dieter Heuer parla dell'esigenza di un'atmosfera aperta, libera, dove sia la scienza che l'arte possono prosperare e collaborare.

“For science and for art you need an open atmosphere in society. We need freedom to perform, to think and to express. Both science and art need freedom, openness and trust. Tim Berners-Lee, for instance, had the freedom and trust to develop something. That freedom was given to him by the institute he worked for, and what he did was every bit as creative as a work of art. He could have developed anything. What he did develop was the World Wide Web”.

Una delle ultime residenze artistiche al CERN ha ospitato il giapponese Ryoji Ikeda con un lavoro sulla supersimmetria. Un ibrido tra musicista elettronico, visual artist e ingegnere elettronico, Ikeda utilizza dei suoni sintetizzati da modelli matematici

costruiti da sé. In "Supersymmetry" ha utilizzato dati scientifici elaborati al CERN per poi esporre un'elaborata installazione di luce e suoni che richiedeva 40 proiettori e 41 computer, una visione artistica della realtà della Natura attraverso un'esperienza immersiva e sensoriale.

Un lavoro come questo è un esempio estremo di collaborazione tra ricerca artistica e scientifica, sia per i costi dell'installazione sia per le tempistiche necessarie. La manipolazione di un numero enorme di dati non sarebbe stata possibile senza l'apertura del CERN a tale collaborazione.



Figure 35 Ryoji Ikeda, "Supersymmetry". Risultato di una residenza artistica tra il 2014 e il 2015 al CERN di Ginevra.

STRUMENTI E PRATICHE PER LA COLLABORAZIONE TRA SCIENZIATI E ARTISTI

La ricerca scientifica trasforma il futuro dell'uomo in modo incisivo e il lavoro degli artisti in campo scientifico può offrire un sostanziale contributo per rendere comprensibili questi cambiamenti. Ciò può avvenire attraverso interventi critici, sollevando problemi etici e domande non banali su potenziali sviluppi di alcune scoperte scientifiche, ma anche per mezzo di creazioni ludiche e sensazionali, capaci di far avvicinare all'argomento un pubblico di non addetti ai lavori.

La scienza ha spesso utilizzato metafore per parlare delle scoperte e dei concetti. Modelli, diagrammi o schemi sono parte integrante della formulazione e della comunicazione scientifica. Queste rappresentazioni grafiche, sebbene apparentemente oggettive, mescolano il pensiero astratto con quello sperimentale. Il linguaggio grafico/artistico può essere molto utile nel processo di visualizzazione dei dati di ricerca.^{32,33}

Un primo ruolo dell'arte in questo complesso è mettere in discussione le ipotesi visive. Un secondo ruolo, più profondo e difficile per l'arte, è di rendere visivi quegli aspetti di sistemi e idee che si basano intrinsecamente su parametri non visivi della comunicazione.

Il pensiero artistico ha quindi un ruolo che potremmo definire *additivo* nei confronti della ricerca scientifica. O per meglio dire esso ha una funzione di coadiuvante del processo di ricerca, perché apre scenari possibili non esaminati dalla scienza. Allo stesso tempo l'artista è un osservatore attento, capace di rilevare possibili derive etiche e sociali di solito non considerate dal processo scientifico.

Vibeke Sorensen, in un suo talk del 1987 intitolato "The Contribution of the Artist to Scientific Visualization"⁶, incentiva la presenza di un artista all'interno di un team di ricerca scientifica. A tal proposito propone una suddivisione razionale del processo di ricerca scientifica e indica le parti in cui l'artista si potrebbe inserire in modo virtuoso:

- Nell'individuazione dei problemi della ricerca e concettualizzazione di modelli visivi, in particolare se la ricerca è correlata all'elaborazione delle immagini e al controllo dello spazio.
- Nella parte di sperimentale di raccolta di dati e nello sviluppo di test e strumentazione adeguati. Gli artisti sono ottimi *tester* perché spingono un mezzo al limite delle sue possibilità. Essi trascorrono molto tempo a elaborare e perfezionare i dati, mentre gli scienziati dedicano più tempo alla realizzazione degli strumenti.
- Nella diffusione dei risultati della ricerca e visualizzazione delle informazioni per la comunicazione.

Più recente invece il Manifesto di “ArtScience” di Bob Root-Bernstein, Todd Siler, Adam Brown e Kenneth Snelson, una sintesi che stimola la discussione sull’intersezione tra nuove arti e scienza³⁴. Secondo gli autori le parole “interdisciplinare, transdisciplinare, interdisciplinare, intermedia, transmediale e multimediale” sono sempre più presenti nelle scienze, nella tecnologia e nelle arti, ma questa modalità *integrativa* di concepire la conoscenza genera, oltre a nuove opportunità, anche confusione. Per questo viene proposta la parola composta “ArtScience” come sintesi di tutte le attività e i progetti che coinvolgono scienza, tecnologia e arte. La ArtScience come disciplina dunque, che integra la conoscenza umana attraverso processi di innovazione, ricerca e esplorazione. Una disciplina allo stesso tempo vecchia e nuova, conservatrice e rivoluzionaria, seria e giocosa. In breve, ArtScience connette. Il futuro dell'umanità e della società civile dipende da questa connessione. ArtScience è un nuovo modo di esplorare la cultura, la società e l'esperienza umana che integra l'esperienza sinestetica con l'esplorazione analitica.

“The acute problems of the world can be solved only by whole men and women, not by people who refuse to be, publicly, anything more than a technologist, or a pure scientist, or an artist. In the world of today, you have got to be everything or you are going to be nothing”.

“Le criticità del mondo possono essere risolte solo da uomini e donne interi, non da persone che si rifiutano pubblicamente di essere qualcosa di più di un tecnologo, di un puro scienziato o di un artista. Nel mondo di oggi devi essere tutto o non sarai nulla”.

Conrad Hal Waddington, biologo, filosofo, artista and storico.

Riportiamo qui la prima traduzione in italiano dei punti del manifesto.

ARTSCIENCE MANIFESTO

1. Tutto può essere compreso attraverso l'arte ma quella comprensione è incompleta.
2. Tutto può essere compreso attraverso la scienza ma questa comprensione è incompleta.
3. ArtScience ci consente di ottenere una comprensione più completa e universale delle cose.
4. ArtScience implica la comprensione dell'esperienza umana della natura attraverso la sintesi di pratiche artistiche e scientifiche di esplorazione ed espressione.
5. ArtScience fonde comprensione soggettiva, sensoriale, emotiva e personale con comprensione, oggettiva, analitica, razionale e pubblica.
6. ArtScience non si identifica nei suoi prodotti in quanto si esprime attraverso la convergenza di processi scientifici e abilità artistiche.
7. ArtScience non è "Art + Science" o "Art-and-Science" o "Art / Science", in cui le due parti mantengono le loro distinzioni disciplinari e i loro compartimenti.
8. ArtScience trascende e integra tutte le discipline o forme di conoscenza.
9. Chi pratica ArtScience è contemporaneamente un artista e uno scienziato, qualcuno che produce contemporaneamente oggetti sia artistici che scientifici.
10. Ogni grande progresso artistico, innovazione tecnologica, scoperta scientifica e innovazione medica fin dall'inizio della civiltà è il risultato del processo di ArtScience.
11. Ogni grande inventore e innovatore della storia era un professionista di ArtScience.
12. Dobbiamo insegnare arte, scienza, tecnologia, ingegneria e matematica come discipline integrate, non separatamente.
13. Dobbiamo creare curricula basati sulla storia, la filosofia e la pratica di ArtScience, usando le migliori pratiche nell'apprendimento esperienziale.
14. La visione di ArtScience è la riumanizzazione di tutta la conoscenza.
15. La missione di ArtScience è la reintegrazione di tutte le conoscenze.
16. L'obiettivo di ArtScience è coltivare un nuovo Rinascimento.
17. L'obiettivo di ArtScience è ispirare l'apertura mentale, la curiosità, la creatività, l'immaginazione, il pensiero critico e la risoluzione dei problemi attraverso l'innovazione e la collaborazione.

Innumerevoli progetti transdisciplinari hanno cercato di unire arte e scienza, con lo scopo di creare nuove idee e implementare la ricerca in entrambe le discipline. Negli Stati Uniti prima, e in Europa poi, l'insegnamento delle materie scientifiche codificato con l'acronimo STEM (Science, Technology, Engineering and Math) è stato oggetto di discussioni: l'integrazione a queste materie con arte e design (e talvolta materie umanistiche) è stato dagli inizi degli anni 2000 un punto fermo all'interno di dibattiti politici, sull'educazione e sugli investimenti. Da STEM a STE(A)M quindi, aggiungendo la "A" di arte nell'acronimo: Science, Technology, Engineering, Art and Math.

Lo STEMarts lab³⁵ istituito in New Mexico è un esempio di come questa aggiunta sia una scelta efficace e che dimostra come l'arte e l'impegno culturale aumentino la motivazione degli studenti a esplorare ulteriormente le scienze, l'ingegneria, la tecnologia e la matematica.

Il modello educativo STEAM si basa su quattro pilastri di progettazione che ruotano attorno a un principio fondamentale: tutti i contenuti devono aumentare la comprensione della nostra connessione interdipendente con sé stessi, la società e la natura come ecosistema creativo e integrato.

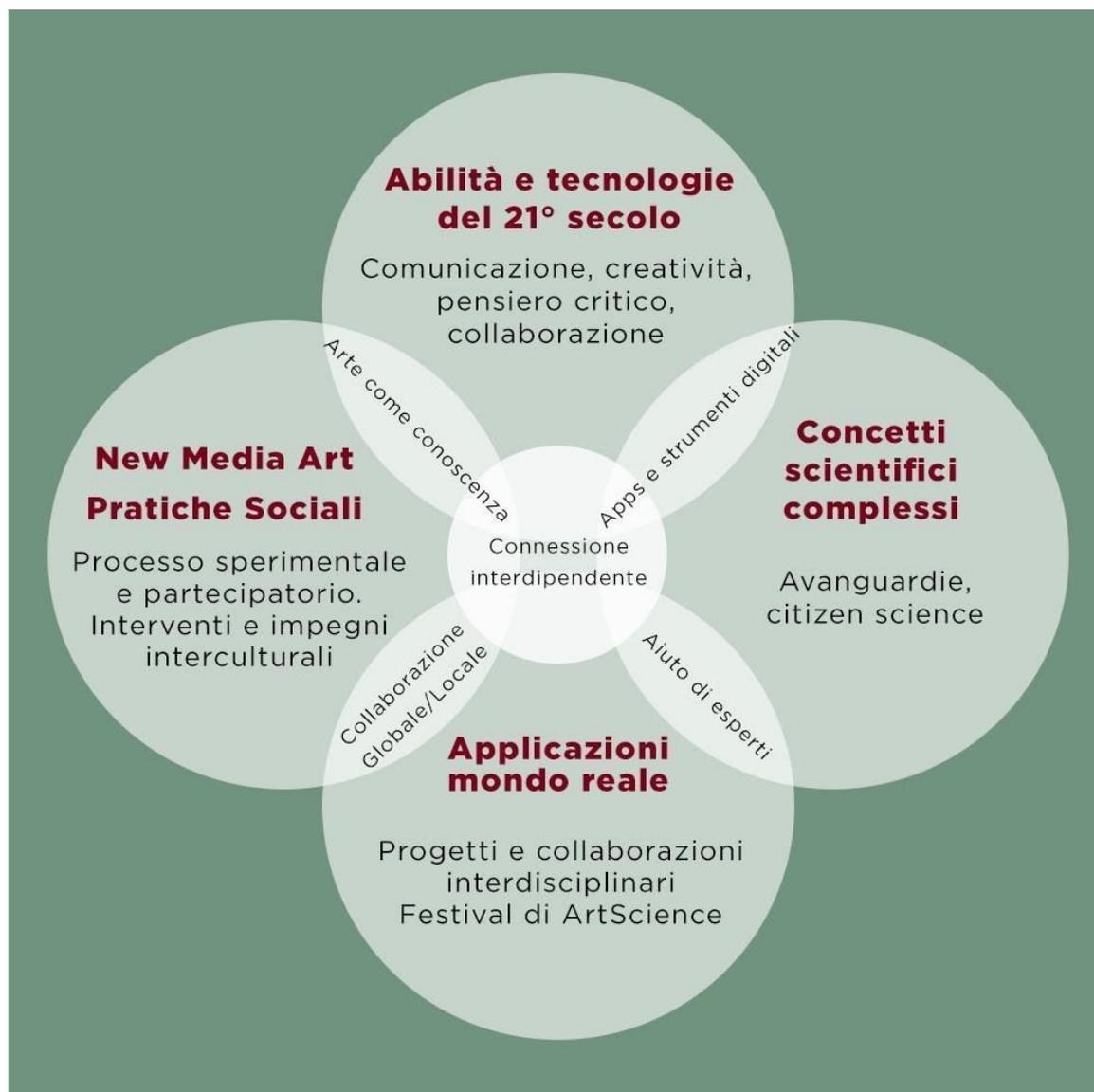


Figure 36 I Quattro pilastri del modello educativo STEAM.

Il primo pilastro invita gli studenti alla collaborazione all'interno di una comunità e in relazione a delle istituzioni. Gli studenti esplorano l'arte come processo di conoscenza e in parallelo si intersecano con il metodo scientifico. Gli studenti sono poi incentivati a relazionarsi con concetti scientifici complessi, con l'aiuto di scienziati esperti. L'obiettivo è quello di ampliare la comprensione della natura e del nostro posto nell'universo attraverso il metodo scientifico e le diverse visioni interculturali del mondo. Si dimostra l'impatto personale, sociale e globale delle applicazioni scientifiche sulla vita di ogni giorno, dando la possibilità agli studenti di essere cittadini globali.

Gli studenti imparano a sfruttare la propria creatività e sviluppare capacità di pensiero critico. L'accesso a tecnologie all'avanguardia aumenta la loro curiosità e si esplorano così i confini tra scienza e arte. È importante poi la connessione con il mondo reale, che si va a esplicitare attraverso la partecipazione a progetti con le comunità locali e internazionali.

Un istituto di istruzione superiore che introduce il linguaggio artistico come mezzo di comunicazione interdisciplinare tra le materie scientifiche è sicuramente un passo avanti nel fornire agli studenti le competenze multi, trans e inter-disciplinari richieste dal mercato del lavoro. In questo modo sono facilitati la curiosità intellettuale e gli approcci collaborativi tra i diversi ambiti di ricerca trattati dall'istituto in questione. In aggiunta, un istituto di istruzione superiore con STEAM al suo centro, può sviluppare programmi di studio nuovi e reattivi che vanno oltre la segregazione delle facoltà e delle scuole presenti nella maggior parte delle università europee. Ciò aumenterebbe le capacità comunicative degli studenti e degli scienziati, sia all'interno della loro comunità sia con i diversi pubblici esterni, in modo da costruire di una società di persone coscienti e consapevoli di questo o quell'argomento sollevato dalla ricerca scientifica. Ad esempio le questioni etiche sollevate dalle ultime tecnologie di intelligenza artificiale, bio-robotica e genetica, oppure l'emergenza dovuta all'inquinamento e al cambiamento climatico.

Una mente non scientifica ma comunque curiosa e indagatrice valuta il mondo della ricerca con criteri diversi da quelli standard, spesso indirizzati da interessi commerciali o finanziari. Ecco quindi che un'artista che partecipa al processo di ricerca scientifica assume una funzione molto importante perché costituisce una visione indipendente dalle direttive economiche e di mercato che spesso comandano e influenzano la ricerca scientifica. Questa "libertà" di azione si integra perfettamente al processo *serendipico* delle scoperte scientifiche, cioè a quella *casualità non casuale* che ha permesso alcune delle scoperte fondamentali fatte dall'uomo. Tra le condizioni fondamentali che favoriscono le scoperte serendipiche, compare appunto l'interdisciplinarietà dell'ambiente di lavoro³⁶.

Il sempre più elevato interesse verso l'enorme potenziale di tali progetti ha reso necessario definire meglio il valore di questo processo di integrazione, stabilirne lo scopo e le modalità d'azione, e fornire degli strumenti adatti a chiunque voglia interessarsi.

C'è la necessità di facilitare l'incontro tra le parti in gioco (scienziati e artisti), e di eliminare le barriere linguistiche e culturali che ostacolano tale collaborazione. All'interno delle rispettive discipline troviamo i "puristi" che possono mettere in dubbio la validità di un lavoro interdisciplinare. Ci possono essere fraintendimenti e sottovalutazioni dei singoli operati, perché non esistono metodi ufficiali per valutare questi tipi di lavori e attribuire il giusto merito alle persone coinvolte.

Si è reso necessario perciò identificare quali sono gli argomenti che possono provare i benefici di questa integrazione transdisciplinare. Ad oggi due esempi di network internazionali stanno lavorando con questo obiettivo: SEAD e STARTS.

SEAD – Network for Science, Engineering, Arts and Design

La community SEAD³⁷ nasce nel 2012 negli Stati Uniti, risultato di una serie di workshops dove artisti e scienziati hanno affrontato e discusso le esigenze di questa fiorente tipologia di collaborazione transdisciplinare.

Tra i coordinatori del progetto troviamo Roger Malina, astrofisico che da molti anni si occupa del rapporto tra arte e scienza. Malina ha lavorato come direttore di laboratori di astrofisica a Parigi e in California, ha condotto alcuni progetti per la NASA ed è stato editore di Leonardo Journal del MIT, il giornale che per primo si è interamente dedicato a divulgare progetti interdisciplinari tra arte e scienza.

SEAD inizia a immaginare percorsi multipli e relazionali per strutturare il concetto di “transdisciplinarietà”, che si configura in una realtà non gerarchica, non lineare e non consequenziale. Secondo Roger Malina e collaboratori, le problematiche globali di oggi sono molto complesse e hanno bisogno di molteplici tipi di esperienza per poterle affrontare.

Il gruppo di lavoro ha raccolto diversi articoli (assemblati nel report “White Papers”³⁸) allo scopo di valutare la collaborazione tra scienza, ingegneria, arte e design. Il report ha analizzato le pubblicazioni e i progetti di Arte e Scienza a livello internazionale negli ultimi dieci anni e ha pubblicato nel 2017 un’analisi sull’evidenza del valore aggiunto di alcuni di questi progetti transdisciplinari.³⁹

L’analisi parte dall’individuazione di quattro macro argomenti che uniscono le diverse idee e prospettive che caratterizzano i progetti di questo tipo:

- 1 cultura e sviluppo economico
- 2 ricerca e lavoro creativo
- 3 apprendimento e istruzione
- 4 collaborazione e partnership

All’interno di questi temi fondamentali sono stati poi isolati degli elementi chiave, che rappresentano le azioni da considerare durante la fase di organizzazione di progetti multidisciplinari. È ovvio che le parti coinvolte in una collaborazione di questo tipo siano diverse e quindi partecipino secondo interessi personali dissimili: consumatori di prodotti tecnologici, studenti, ricercatori, industrie, policy makers. Per questo motivo è opportuno focalizzare le idee di ciascun partecipante attraverso l’organizzazione dei punti d’interesse comuni.

TRADUZIONE: connettere e tradurre i diversi linguaggi tra accademia, settore industriale/commerciale e società.

I contenuti relativi a discipline scientifiche, ingegneristiche e artistiche possono condividere elementi come modelli, schemi, patterns, strutture gerarchiche e priorità. Allenare gli studenti a porre attenzione a questi comuni denominatori dovrebbe far parte del processo di insegnamento, perché spinge gli studenti a considerare la “trasferibilità” della loro conoscenza tra diverse aree di interesse. Questo tipo di abilità sono preziose per la creazione di progetti transdisciplinari tra scienza e arte.

L’apprendimento di contenuti e metodi propri delle diverse discipline da connettere è una caratteristica fondamentale per poter sperare in una fruttuosa collaborazione.

MEETINGS: superare le soglie interdisciplinari.

L'organizzazione di talk, simposi e conferenze con esponenti provenienti da differenti discipline favorisce il dialogo tra mondi diversi tra loro. Ciò permette di sondare potenziali partner di progetto e facilita le collaborazioni e la ricerca di fondi.

Collegamenti formali tra organizzazioni e istituti attraverso incontri e forum sulla comunicazione interdisciplinare, porterebbero allo sviluppo di un linguaggio comune e a relazioni durature e produttive.

PERMETTERE la formazione di ambienti favorevoli allo sviluppo di progetti transdisciplinari.

La collaborazione tra materie scientifiche non è mai priva di difficoltà dovute alle differenze di metodi e pratiche. Pur condividendo lo stesso linguaggio di base, quello scientifico, ci sono delle asimmetrie dovute anche alla diversa fruizione dello spazio lavorativo e personale dei soggetti coinvolti.

Le difficoltà aumentano quando si introduce il linguaggio artistico in un progetto comune. Per appianare questa asimmetria potrebbe essere fondamentale una figura professionale ibrida, in grado di comunicare attraverso più stili di linguaggio. Un comunicatore scientifico attento all'espressività artistica ed estetica, oltre che al contenuto scientifico, potrebbe essere il mediatore eccellente per la creazione di un ambiente favorevole alla riuscita di un progetto di arte e scienza.

INCLUSIONE: stimolare l'innovazione attraverso progetti di cittadinanza scientifica. Progetti di arte e scienza possono essere il tramite per arrivare a comunicare la scienza ai cittadini in un modo alternativo e partecipativo. Il linguaggio artistico può arrivare in maniera più diretta ad un pubblico non scientifico, specialmente se mediato da un'interazione con l'opera. Sono da prediligere progetti che abbiano un senso pratico, comprensibile, e che non siano troppo astratti, ad appannaggio di pochi. Inoltre è auspicabile che progetti di comunicazione scientifica attraverso linguaggi artistici siano in grado di stimolare l'apprendimento e la curiosità in un vasto pubblico.

DOCUMENTAZIONE: realizzare un archivio comune dei progetti attraverso registrazioni audiovisive, e report scritti.

È importante tenere traccia dell'evoluzione di un territorio attraverso un archivio di progetti realizzati, dal quale attingere informazioni e studiare i risultati ottenuti. Un archivio comune impedisce anche la dispersione di una comunità che lavora sullo stesso territorio, ma che è separata in nuclei organizzativi che non sono in comunicazione tra di loro.

STARTS - Science + Technology + Arts - STARTS

La piattaforma europea S+T+ARTS⁴⁰ (Science + Technology + Arts - STARTS) ha iniziato nel 2015 un lavoro di definizione del linguaggio multidisciplinare venutosi a creare negli ultimi cinquant'anni.

Essa si propone di creare ponti tra arte, scienza e tecnologia, attraverso metodologie di esplorazione definite "dirompenti", accompagnate da un occhio critico sull'utilizzo della tecnologia. Secondo STARTS "il linguaggio artistico combinato con la scienza può aprire considerevoli prospettive di business e ricerca, attraverso un approccio umano e olistico".

[...] "I processi di co-creazione tra danza, artisti visivi, pittori, designer e ingegneri, sviluppatori, sociologi, fisici o specialisti di Machine Learning conducono a esplorazioni rivoluzionarie sulle nostre attuali sfide sociali ed economiche. Aumentano l'attenzione verso i cambiamenti climatici, alla sicurezza informatica, alle interazioni tra uomo e robot, all'intelligenza artificiale. I team di STARTS lavorano su nuovi concetti e prodotti che hanno il potere di modellare tecnologie aperte, sostenibili ed etiche, per una società più inclusiva".

A febbraio 2020 STARTS ha radunato a Parigi ben 80 organizzatori di residenze di ArtScience da tutto il mondo, per discutere su processi e metodi utilizzati per implementare e monitorare questo tipo di residenze. Questo incontro si è poi concretizzato nella pubblicazione del Collaboration Toolkit⁴¹, una risorsa pratica per fornire ad artisti, ricercatori, esperti di tecnologia e aziende del settore, un terreno e un linguaggio comuni, identificando gli scopi e gli obiettivi di una potenziale collaborazione, con l'obiettivo di massimizzare l'impatto dei risultati.

Un ottimo punto di partenza per definire un obiettivo comune sono i Sustainable Development Goals (SDGs) identificati dalle Nazioni Unite nel 2012 come modello per raggiungere un futuro sostenibile per tutti⁴².



Figure 37 The Global Goals for Sustainable Development.

Questi 17 obiettivi sono stati successivamente raggruppati in tre macro temi dallo Stockholm Resilience Centre⁴³: progresso sociale, sviluppo economico e ripristino e protezione della biosfera.

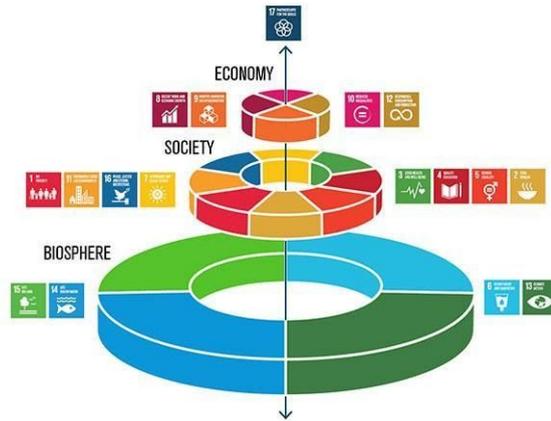


Figure 38 Tutti i Global Goals nella suddivisione del Stockholm Resilience Centre.

A tale suddivisione se ne aggiunge una ulteriore⁴⁴, che identifica due percorsi principale per realizzare un'innovazione sostenibile: green e care. Il percorso "green" propone di ripensare al modo in cui si producono i beni di consumo e i beni di servizio. Il percorso "care" si propone di includere importanti attività nell'economia produttiva, l'istruzione, l'assistenza sanitaria e la biodiversità. Queste suddivisioni portano ad identificare delle azioni specifiche di base sulle quali progetti di qualsiasi tipo, siano essi scientifici, umanistici, artistici, tecnologici, possono svilupparsi.

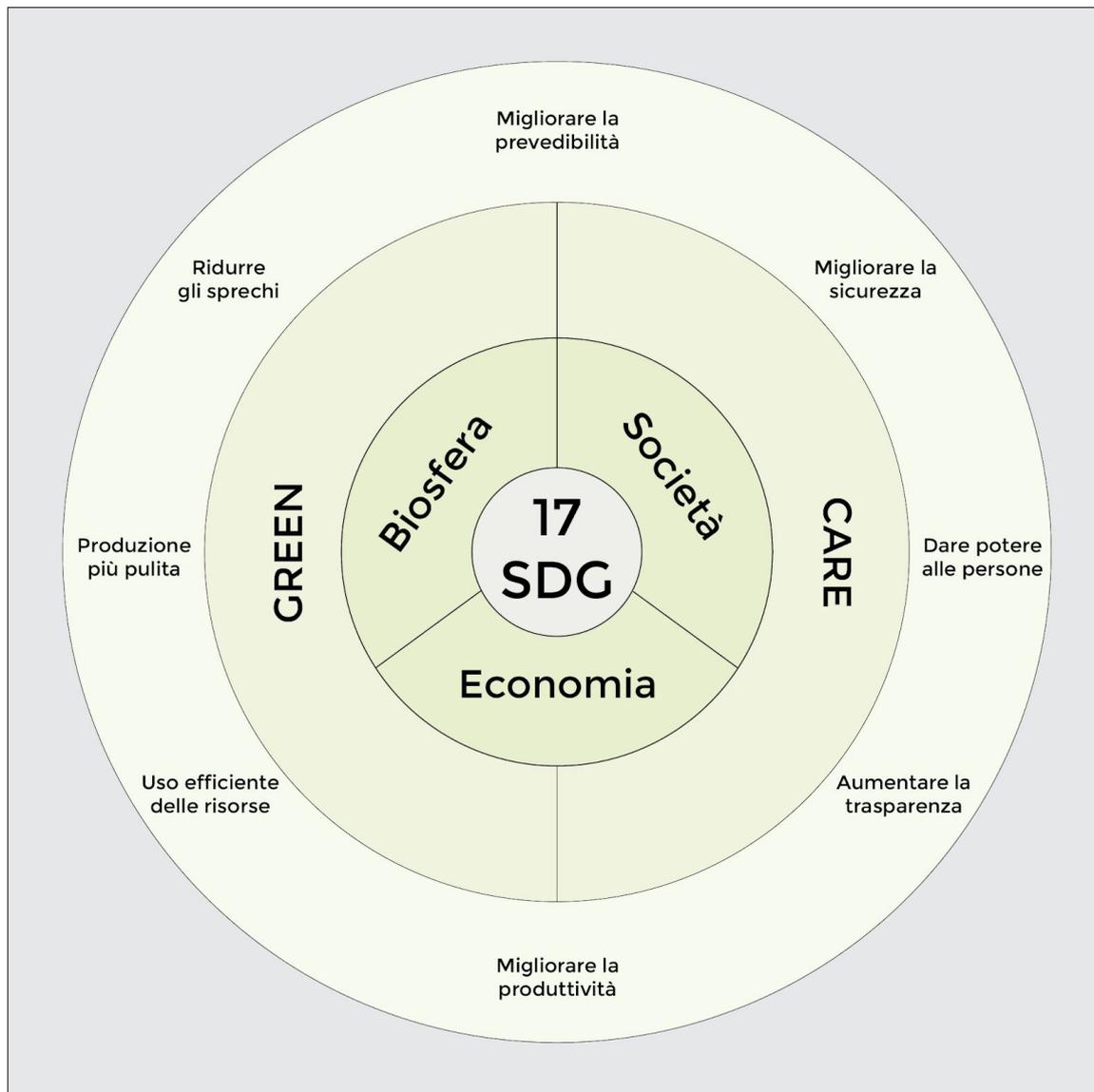


Figure 39 Ulteriore suddivisione dei Global Goals da parte di Mariana Mazzucato, professoressa di Economics of Innovation and Public Value alla University College di Londra.

Siccome il focus di questa tesi riguarda i progetti di ArtScience, identifichiamo più nello specifico quattro tipologie d'interesse artistico, che possono costituire terreno comune con argomenti e ricerche scientifici.

Investigare all'interno della tecnologia

In che modo viene utilizzata, quali principi etici e morali mette in discussione, chi ne ha accesso: sono tutti argomenti che possono essere oggetto di lavori artistici e che derivano dalla ricerca scientifica e che contengono una forte componente tecnologica.

Esplorare nuovi percorsi

Porre l'attenzione a probabili futuri, utopici o distopici, è un'occasione per progetti artistici di parlare delle attuali realtà scientifiche, evidenziarne i pregi e i difetti, proporre idee e scenari futuri che possono far riflettere sulle decisioni del presente.

Portare la scienza fuori dai laboratori

Si tratta di progetti in grado di trasmettere informazioni scientifiche per informare il pubblico, ad esempio traducendo la scienza in una scala sensoriale comprensibile dall'esperienza umana. Queste tipologie di progetti sottolineano come la scienza cambia il mondo in cui viviamo, attraverso l'intuizione e la sperimentazione.

Umanizzare la tecnologia

Sono progetti transdisciplinari mirati a rispondere direttamente a una specifica sfida o obiettivo industriale o sociale, proponendo prototipi di soluzioni ai problemi individuati.

Una volta scelta la tipologia di progetto e quindi il campo di interesse di entrambe le parti coinvolte, è necessario elaborare un modello di sviluppo dell'idea, focalizzarsi sugli obiettivi comuni e dichiarare le rispettive aspettative. In questo modo si può arrivare alla stesura di un accordo solido e funzionale.

IL RUOLO DEI MEDIATORI

Nel Collaboration Toolkit troviamo una sezione molto interessante che parla del ruolo dei mediatori, figure professionali capaci di svolgere da intermediari tra il mondo scientifico e quello artistico. Queste figure professionali lavorano in maniera diretta facendo incontrare artisti, scienziati e istituzioni o aziende che condividono un interesse reciproco, o in maniera indiretta, facilitando la collaborazione delle parti interessate. Per fare ciò essi creano reti, conducono e supportano attività che colmano il divario tra arte, scienza e industria⁴⁵.

Diversi studi sul ruolo degli intermediari hanno portato alla definizione di tre tipi di soggetti. Alcuni lavorano su una sfida concreta, ad esempio la ricerca di nuove applicazioni sostenibili per una determinata tecnologia. Altri si concentrano su temi generali e creano collaborazioni attorno a tali temi, come ad esempio la riduzione della plastica. Infine ci sono intermediari che partono dalla pratica artistica (ad esempio: esplorazioni artistiche sulla tecnologia dei sensori).

Nel suo libro "Creating ArtScience Collaboration"⁴⁶ Claudia Schnugg descrive i mediatori come "costruttori di ponti" e afferma che "spesso hanno le capacità di un produttore culturale, un curatore, un traduttore di diversi linguaggi e un facilitatore, che aiuta a comunicare il progetto al microcosmo dell'organizzazione in cui si trova incorporato. [...] Questa persona deve essere in grado di cogliere il valore artistico e scientifico e gli impatti dell'opera per poi contestualizzarla all'interno dell'organizzazione e dei campi disciplinari coinvolti".

Tra i vari ruoli che un mediatore (comunicatore) può assumere, la Schnugg identifica i seguenti:

- Ricerca di artisti e organizzazioni, immaginare possibili abbinamenti e prendere accordi contrattuali tra le parti
- Progettazione di open call per artisti
- Aiutare a specificare il focus del progetto
- Assistenza nella discussione del valore aggiunto del progetto e del finanziamento adeguato
- Collegare il focus del programma alla visione delle organizzazioni coinvolte e mantenerlo per tutta la durata del progetto
- Fornire un quadro per strutturare il processo e favorirne la gestione
- Curare e guidare il progetto, vedere opportunità e articularle
- Fornire mediazione e traduzione tra i campi e trovare un linguaggio comune
- Mantenere attive le conversazioni, poiché la comunicazione è la chiave per una collaborazione di successo
- Costruire fiducia e relazioni con e tra le parti interessate
- Affrontare i conflitti che possono emergere prima o durante il processo di collaborazione
- Gestire le preoccupazioni di artisti, scienziati e dipendenti coinvolti
- Fornire spazio per conversazioni, informazioni introduttive, coinvolgimento e scambio
- Comunicare con le autorità e i media a livello locale e non solo
- Valutazione dei risultati per la comunicazione e ascoltare i feedback delle parti coinvolte
- Impostare momenti di presentazione al pubblico, contestualizzare e mettere in scena i risultati ottenuti

Il ruolo del comunicatore scientifico come “mediatore di linguaggi” si adatta perfettamente a questa nuova figura professionale, ricercata e fondamentale nello sviluppo di progetti multidisciplinari. La capacità di connettere diversi mondi (scientifico, artistico, sociale...) è un’abilità preziosa che dovrebbe essere inclusa nella formazione del comunicatore scientifico.

PROGETTI DI ARTSCIENZE PER LA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

I lavori artistici che sconfinano in ambito scientifico sono molti e diversi tra loro. L'interesse del mondo artistico alla comunicazione delle proprie idee a un ampio pubblico è un vantaggio enorme per l'esigenza di comunicazione che ha oggi la scienza.

Intenzione principale dell'artista è quella di evocare pensieri ed emozioni nello spettatore, cosa che invece uno scienziato non considera affatto, essendo propenso alla rigida spiegazione dei fatti.

Questo effetto evocativo potrebbe essere utilizzato dalla scienza per rendere accessibili ad un pubblico ampio le proprie scoperte e teorie.

Possiamo definire diverse **categorie** a seconda del potenziale impatto che i progetti di arte e scienza hanno sul mondo scientifico e sulla società. Non si possono tracciare dei confini definiti tra queste categorie, perché in molti casi i progetti assumono sfaccettature e caratteristiche che appartengono a più di un gruppo.

Tuttavia, utilizzando questa suddivisione proposta da SEAD, riportiamo alcuni esempi di progetti di collaborazione tra scienziati e artisti, che assumono un significato aggiuntivo se pensiamo alla comunicazione del messaggio scientifico alla base.

PROGETTI INNOVATIVI

In questa categoria rientrano i progetti in cui gli approcci tecnologici utilizzati sono in grado di influenzare gli standard cui la società è abituata. Artisti e scienziati costruiscono sistemi patentabili in grado di apportare benefici reali nelle zone di utilizzo e alle comunità non scientifiche presenti sul territorio. Il grado d'innovazione tecnologica è in rapporto diretto con la società, che ne può così sperimentare il potenziale.

INDAPLANT PROJECT⁴⁷ di Elizabeth Demaray

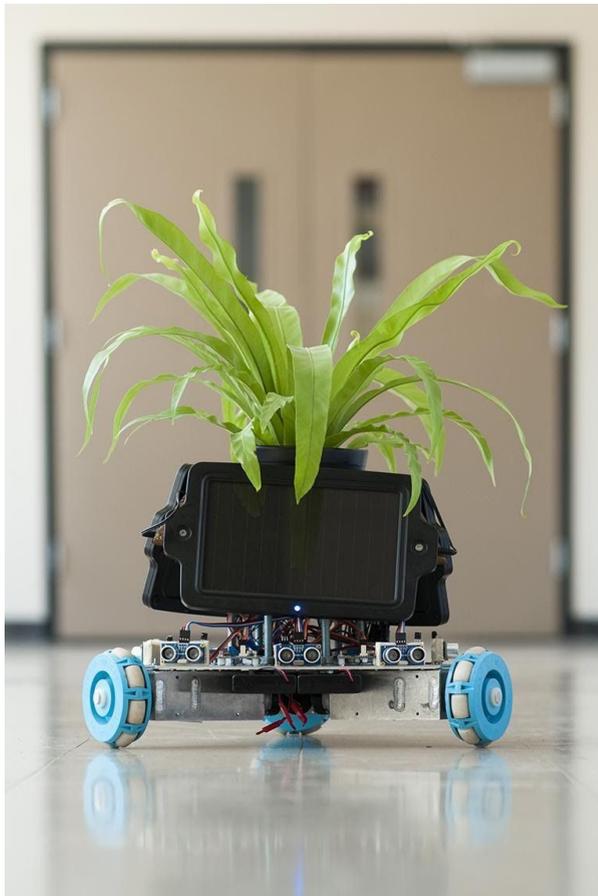


Figure 40 IndaPlant Project di Elizabeth Demaray 2014.

In questo progetto sono stati costruiti dei *floraborgs*, ovvero dei robot pianta. Delle piante da interno sono state poste sopra a delle piattaforme mobili munite di sensori di vario tipo, in grado di misurare la quantità di luce e l'umidità del terreno in cui la pianta vive. Di conseguenza i robot si spostano all'interno di uno spazio (l'interno di un edificio) per garantire alla pianta il giusto apporto di luce, ombra e acqua. Essendo impossibile per una pianta abbeverarsi da sola, i robot che avvertono la mancanza di idratazione del terreno si spostano vicino al primo erogatore di acqua posto nei corridoi, in attesa di qualche essere umano di buon cuore.

Questi *floraborgs* trasformano degli organismi vegetali, solitamente immaginati come esseri immobili che non interagiscono con l'uomo, in delle forme di vita che rispondono in modo tangibile e soprattutto immediato alle proprie necessità. Questo rende le piante più vicine al modo di essere e agire dell'uomo, generando un finto grado di empatia.

Ciò che rende interessante questo progetto è il suo duplice aspetto. Da un lato, il potenziale che l'ingegneria robotica fornisce all'agricoltura è in grado di renderla efficiente e, il più possibile, autonoma. Dall'altro lato si innesca una riflessione etica su come le piante potrebbero essere costrette a crescere in un ambiente artificiale, come quello di un probabile futuro non troppo lontano, prospettato dagli studi sul cambiamento climatico.

AEROCENE⁴⁸ di Tomas Saraceno & the Aerocene Foundation



Figure 41 Aerocene Project di Tomas Saraceno e Aerocene Foundation.

È possibile circumnavigare il mondo, usando nessun'altra risorsa se non il sole? Nel 2012, Visiting Artist presso il MIT Center for Art, Science & Technology (CAST), Tomás Saraceno, ha posto questa domanda alla meteorologa Lodovica Illari presso il Dipartimento del MIT di Scienze Terrestri, Atmosferiche e Planetarie (EAPS). Nel 2015, Aerocene - Float Predictor è emerso come uno strumento di navigazione collaborativo sviluppato dalla Aerocene Foundation che ci invita in una nuova epoca.

Il progetto si manifesta nella costruzione di una serie di sculture volanti alimentate solamente con sole e aria, predisposte per compiere il primo giro del mondo a zero emissioni della storia. Il velivolo Pacha di Aerocene, che vola senza combustibili fossili, batterie, litio, pannelli solari, elio, idrogeno e emissioni di carbonio, ha segnato il volo umano più sostenibile nella storia dell'aviazione, superando ben sei record mondiali.

Aerocene è nato da un progetto di museo volante chiamato Museo Aero Solar, una scultura volante realizzata tramite il riciclo di sacchetti di plastica che si trasforma in un museo una volta atterrata.



Figure 42 Aero Solar, un progetto di museo volante.

Questo progetto è un atto pratico e dimostrativo di come sia possibile viaggiare a zero emissioni e lancia questa possibilità come una visione ottimistica per il futuro. In questo caso non sono presenti tecnologie avanzate, ma solo lo studio approfondito delle dinamiche del volo. Semplici leggi utilizzate al meglio, che raccontano un futuro sostenibile attraverso una tecnologia leggera e non invasiva. Spunti per introdurre argomenti scientifici ce ne sono parecchi in un progetto come questo, che comprende leggi della termodinamica, riciclo di materiale plastico, l'inquinamento dovuto all'uso di combustibili fossili.

PROGETTI EDUCATIVI

Sono progetti in grado di inserirsi in un programma educativo pre-esistente o di crearne uno nuovo. Possono essere quindi considerati progetti formativi da inserire nelle scuole come attività extra-scolastica, alternanza scuola/lavoro o all'interno di un percorso di studi avanzato, come master e workshop professionalizzanti.

SySTEM2020

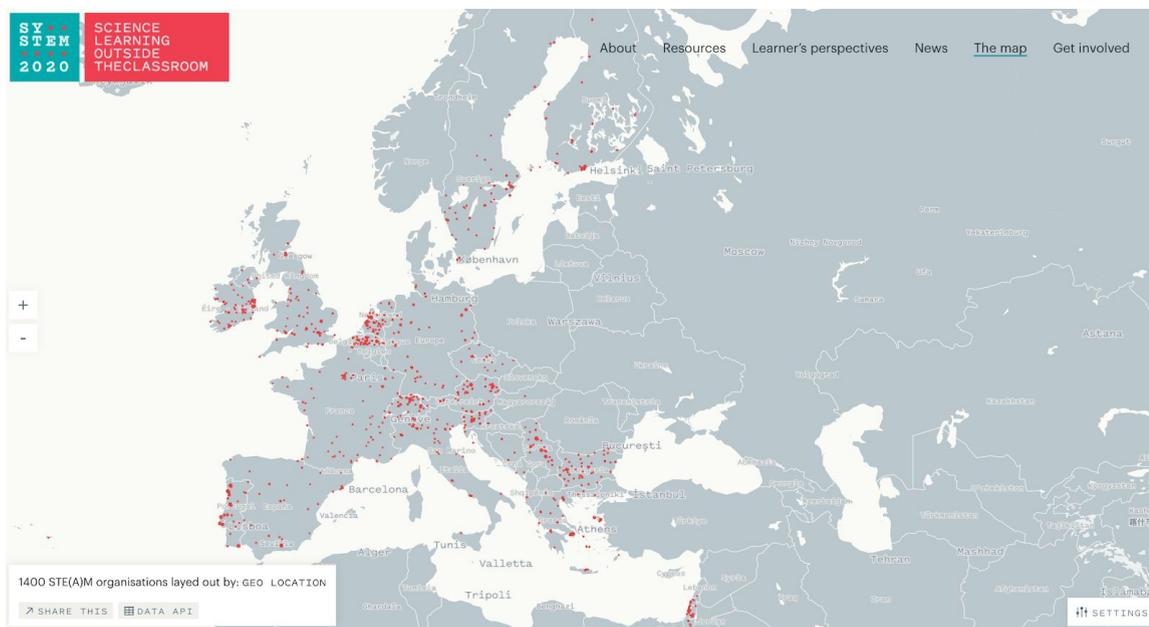


Figure 43 Le varie collaborazioni europee del progetto SySTEM2020.

Molti progetti operano a livello locale per insegnare la scienza e la tecnologia (e il metodo scientifico) attraverso il gioco e in un ambiente diverso dalle aule scolastiche. All'interni del Sistema Trieste questo ruolo è affidato principalmente all'Immaginario Scientifico.

Il progetto SySTEM, coordinato dalla Science Gallery di Dublino, coinvolge 24 Paesi e si propone di creare una mappa online segnalando i progetti educativi STEAM che portano la scienza fuori dalla scuola classica. Un network molto interessante al quale hanno aderito 1400 organizzazioni, tra le quali il SISSA Medialab e l'Immaginario Scientifico di Trieste.

La scienza e la tecnologia sono aree che continuano a evolversi e plasmare il nostro mondo. Supportare i nostri futuri cittadini per tenere il passo con questo ritmo non solo gioverà ai cittadini stessi, ma all'intera società. Il 65% dei bambini che iniziano la scuola ora lavorerà in posti che attualmente non esistono. Pertanto, assicurarsi che siano preparati e dotati delle abilità del 21° secolo è fondamentale. SySTEM 2020 mira a risolvere questa sfida affrontando l'alfabetizzazione scientifica e l'educazione STEAM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arte, Matematica) di bambini e adolescenti in Europa.

HYPERCOLLIDER di Chris Henschke

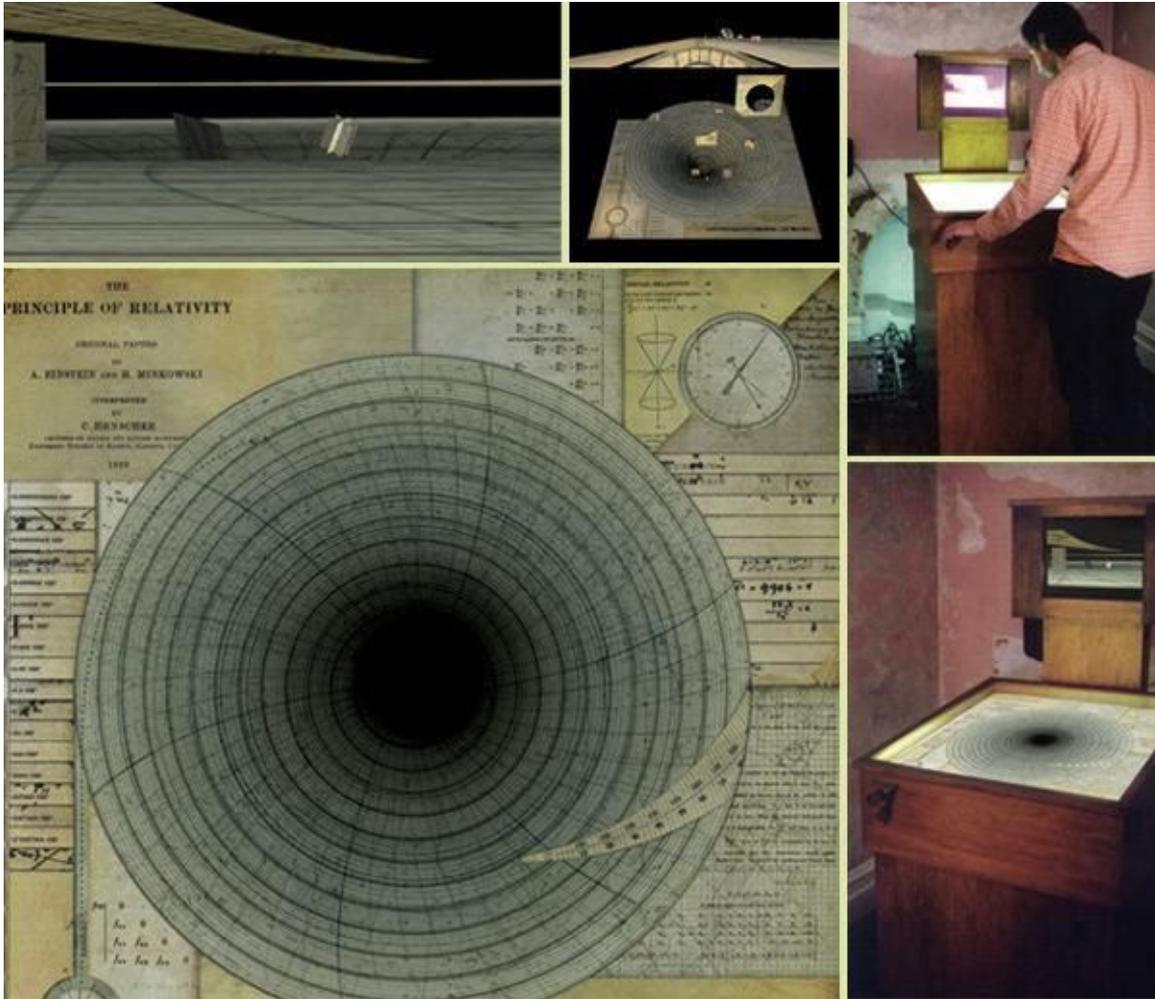


Figure 44 Chris Henschke – Hypercollider 2004.

Simulare le regole dell'universo e l'interazione della materia con un buco nero attraverso un flipper: è l'idea avuta da Chris Henschke che nel 2004 ha creato questa installazione analogico/digitale. Una pallina virtuale viene lanciata da una classica molla da flipper (analogica) e sullo schermo che funge da campo da gioco si vede l'interazione di essa con un buco nero, posto al centro del "vortice geometrodinamico" teorizzato dai fisici, che rappresenta il movimento della materia in prossimità di un buco nero.

Questo Oggetto permette di cogliere una complicata teoria su uno dei misteri irrisolti dell'universo attraverso il gioco, un modo sempre vincente per far interagire un pubblico di non esperti.

SPACE SIGNPOST: WELCOME TO THE NEIGHBOURHOOD



Figure 45 Adam Nieman – Space Signpost, una combinazione tra scultura e tecnologia, Bristol UK.

Un cartello stradale di solito segna le distanze e le direzioni verso i luoghi più vicini. Questo particolare signpost costruito da Adam Nieman in collaborazione con il Futurelab di Bristol indica invece la posizione e la distanza dei corpi celesti attorno alla Terra. Il concetto di vicinato viene decisamente allargato e proietta i fruitori dell'installazione in uno stato di spaesamento, essendo invitati a riconsiderare le dimensioni e le distanze a cui si è solitamente abituati a pensare. Inoltre, è un efficace stratagemma educativo per divulgare le conoscenze acquisite dall'uomo sul sistema solare in cui vive.

PROGETTI di CITIZEN SCIENCE

Sono progetti pensati per coinvolgere un pubblico ampio di "non addetti ai lavori", quindi non artisti e non scienziati. Rientrano in questa categoria i progetti di Open Science e di Citizen Science, che hanno l'obiettivo di creare un pensiero scientifico informato e condiviso.

La prima si rivolge agli scienziati e tratta della libera condivisione dei dati di ricerca, che fornirebbero un tesoro enorme a disposizione di tutta la comunità scientifica e dei semplici cittadini.

La seconda si rivolge alla cittadinanza non scientifica in quanto partecipante attiva delle attività di ricerca. È un modo di fare ricerca scientifica che vede i cittadini collaborare direttamente con gli scienziati, anche grazie all'evoluzione della tecnologia e alla disponibilità diffusa di dispositivi digitali come gli smartphone. Si tratta di un vero e proprio ponte fra scienze e società che permette sia il progresso del sapere scientifico, sia la divulgazione dello stesso in maniera attiva e partecipativa.

Inoltre, attraverso questa ricerca partecipata molti cittadini hanno la possibilità di imparare ad usare il metodo scientifico, uno strumento importante e molto utile da utilizzare nella vita di tutti i giorni.

Per dirlo con le parole di Steward Brand dell' MIT Media Lab:

“Technology made people less passive spectators, listeners and readers and created more a society of selectors, changers, makers.”

Questa apertura della scienza verso l'esterno la libera dalla propria intrinseca cripticità e la rende più disponibile e trasparente.

La comprensione della scienza dev'essere uno strumento utile per una società cosciente, solida, informata dei rischi e delle possibilità con le quali la scienza si confronta attraverso la ricerca.

La NASA ha all'attivo 22 progetti di citizen science, ai quali possono partecipare adulti e bambini con un computer da casa o con uno smartphone. Tra questi ricordiamo “Planet Hunters TESS” che permette a chiunque in possesso di uno smartphone di trovare pianeti al di fuori dal nostro sistema solare, compresi i pianeti che potrebbero supportare la vita, utilizzando i dati raccolti dalla missione TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite).

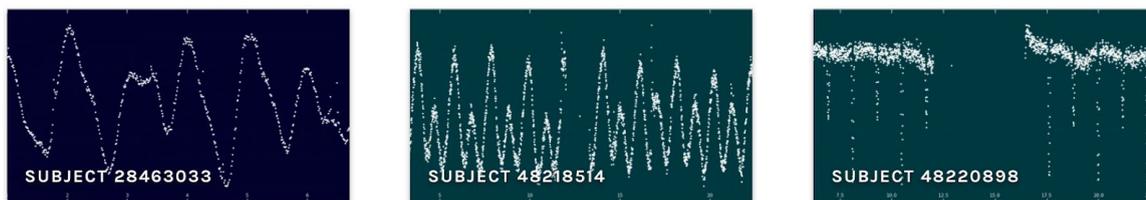


Figure 46 NASA progetto di Citizen Science “Planet Hunters TESS”.

Altro progetto lanciato nel 1999 dall'Università di Berkeley in California è “SETI@HOME”, ovvero la ricerca di forme di vita intelligenti extraterrestri direttamente dal divano di casa, mettendo semplicemente a disposizione il proprio computer connesso ad internet, contribuendo così a formare un super-computer virtuale con una formidabile potenza di calcolo.

Un progetto ideato e lanciato in Regione FVG è “avvistAPP”, un'applicazione del telefono che invita a fotografare le noci di mare, un vorace predatore simile ad una medusa che si ciba di zooplancton e che rientra tra le 100 specie più invasive al mondo. Le fotografie e gli avvistamenti da parte dei cittadini a questi gruppi di ctenofori saranno raccolti e analizzati dall'OGS, l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste.

Più lontano in Giappone, spicca il progetto KIATSU, capace di rendere accessibile a tutti un problema scientificamente rilevante come quello dell'inquinamento acustico.



Figure 47 Rupert Cox, Angus Carlyle & Kozo Hiramatsu – KIATSU, AirPressure.

Il progetto è una ricerca antropologica combinata alla sound art e alla fisica del suono, che ha messo in evidenza gli impatti negativi sulla salute di persone esposte a continui rumori causati dalla vicinanza di due aeroporti al loro luogo di residenza.

La mostra che espone i risultati del lavoro ha migliorato la comprensione degli impatti negativi sulla salute causati dalla costante esposizione a suoni indesiderati nella popolazione, creando un dibattito con i rappresentanti politici locali in relazione alla regolamentazione dell'inquinamento acustico. Tali azioni hanno permesso modifiche sostanziali nelle politiche locali in Giappone e UK.

KISS CULTURE

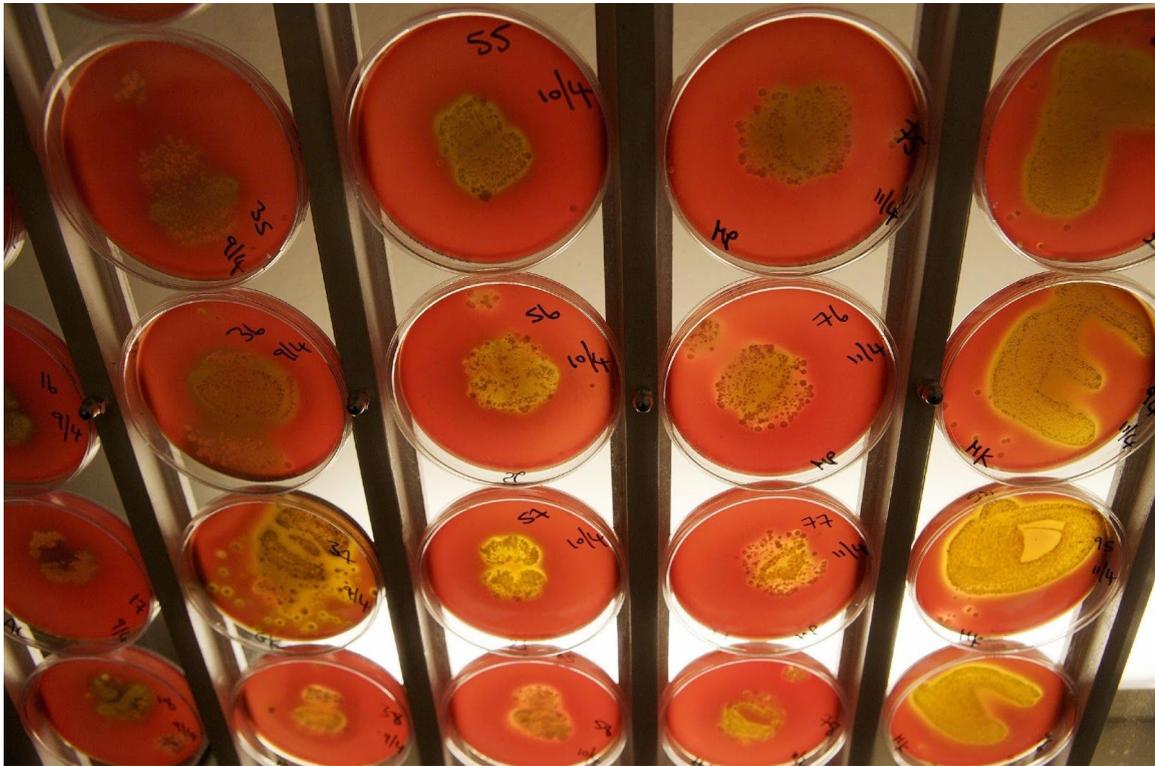


Figure 48 Maria Phelan – Kiss Culture, 2009.

Alla mostra collettiva INFECTIONOUS lo Science Center di Dublino ha messo in mostra il risultato di un esperimento di ArtScience partecipativo, in cui i visitatori del centro hanno depositato un bacio sopra ad un terreno di coltura per batteri appositamente preparato in un disco di plastica. Il risultato della coltura batterica derivante dai microrganismi lasciati dalle labbra delle persone è stato esposto all'entrata del museo. Questo tipo di intervento artistico sfrutta un procedimento scientifico per visualizzare il potenziale batterico che ci portiamo addosso ogni giorno, ed è quindi un pretesto molto accattivante per parlare di microbiologia e di contaminazione.

PIGEONBLOG



Figure 49 Beatriz da Costa, Cina Hazegh e Kevin Ponto – Pigeonblog 2006-08.

Questo progetto è basato sullo studio, da parte dei tre artisti Beatriz da Costa, Cina Hazegh e Kevin Ponto, del comportamento dei piccioni viaggiatori. I volatili sono stati dotati di uno speciale zainetto munito di sensori per monitorare l'inquinamento dell'aria e contengono un GPS per poter ricevere in remoto i dati collezionati. In questo caso il concetto di Citizen Science viene spinto oltre i propri confini, coinvolgendo un pubblico davvero (e senza alcun dubbio) non-accademico nella raccolta di dati scientifici.

PROGETTI PROVOCATORI E INTERROGATIVI

Questa categoria di progetti genera nuove domande e prospettive partendo da una ricerca scientifica avviata ma ancora non completamente esplorata.

GFP BUNNY⁴⁹



Figure 50 Alba, il coniglio GFP creato da Eduardo Kac.

Un lavoro provocatorio e primo del suo genere è quello di Eduardo Kac, artista brasiliano, che ha creato in laboratorio Alba, un coniglio geneticamente modificato con il pelo bianco fluorescente al buio. GFP sta per Green Fluorescent Protein, una proteina fluorescente che è stata aggiunta al genoma del coniglio.

La provocazione è evidente: l'ingegneria genetica è in grado di creare nuove tipologie di esseri viventi, e Kac lo va **vedere** a tutti, anzi meglio, lo fa brillare al buio. Ma quali sono le conseguenze di tale potenziale? L'artista ha seguito poi la discussione che si è creata attorno ad Alba, tra esperti del settore e l'opinione pubblica, per capire il grado di accettazione di un essere così creato. Un'azione, quella di Kac, che provoca un dibattito etico e morale, e che pone nuove domande ad una società in continuo cambiamento.

CULT OF THE NEW EVE – Critical Art Ensemble



Figure 51 Critical Art Ensemble – Cult of the New Eve, 2000.

Questo gruppo di artisti nel 2000 ha creato una performance teatrale partecipativa, in cui il pubblico era chiamato a donare un pezzo del proprio DNA (attraverso campioni di capelli, saliva ecc) ad un'organizzazione fittizia chiamata Cult of the New Eve. Lo scopo era quello di mettere le persone in relazione con l'argomento privacy, al tempo ancora inesistente, messo in discussione dall'ingegneria genetica.

TRANSPLANT & LIFE



Figure 52 Tim Wainwright & John Wynne – Transplant & Life, 2017.

Questo progetto è un esempio di come un'attività artistica può far vedere in una nuova prospettiva, più umana, alcune questioni scientifico-tecnologiche, in particolare il trapianto di organi umani.

Gli artisti coinvolti in questo progetto hanno collezionato interviste di pazienti e medici specialistici, raccolto fotografie, contenitori di organi, testimonianze di donatori. Tutte questo è stato poi tramutato in una mostra che aggiunge facce e voci alla sterile attività medico-chirurgica, rendendola quindi più umana e più vicina ad un pubblico generico.

Questa raccolta rappresenta senza dubbio una risorsa umana dal valore inestimabile.

DISEMBODIED CUISINE



Figure 53 Oron Catts & Ionat Zurr – Disembodied Cousine, 2003.

Questo progetto del 2003 porta il visitatore a considerare il consumo, da parte dell'uomo, di carne proveniente da altri animali. In un laboratorio di biologia assemblato in situ vengono fatte crescere delle bistecche in vitro, attraverso la coltura di cellule tissutali muscolari. Le bistecche così ottenute sono poi servite cotte ad un desco apparecchiato adiacente il laboratorio. Un metodo morboso e sicuramente provocatorio che si esprime in un'esperienza shock difficile da dimenticare e che suscita clamore e dibattito, con opinioni contrastanti su un tema sempre attuale.

MOSQUITOBOX



Figure 54 Oliver Kunkel – Mosquitobox, 2003.

In questa installazione provocatoria di Oliver Kunkel, i visitatori sono invitati a inserire il proprio braccio dentro ad una scatola di isolamento trasparente, fornita di un apposito foro a membrana. La scatola è riempita di zanzare che si suppone siano venute in contatto con persone portatrici di AIDS. La cosa può essere vera oppure no, ma il risultato non cambia: il virus non si trasmette attraverso le punture di zanzare. Il visitatore viene così messo a confronto con la propria conoscenza e sulle vie di contagio dell'HIV. Progetti come questo, che coinvolgono le persone facendole compiere delle scelte forti, hanno un alto potenziale comunicativo, perché propongono un'esperienza difficile da dimenticare e facile da raccontare.

PROGETTI ESPLORATIVI

In questa tipologia di progetti identifichiamo quelle collaborazioni con forti caratteristiche interdisciplinari, dove il lato artistico fornisce un contributo oggettivo alla disciplina scientifica coinvolta, che si tratti di una pubblicazione di risultati o di un'augmentata comprensione di un tema scientifico.

SELF-REFLECTED



Figure 55 Greg Dunn – Self-Reflected, 2016.

Questo è un progetto ispirato dall'avanguardia della neuroscienza e dell'ingegneria per espandere la comprensione del mondo naturale, in questo caso del cervello umano.

Uno studio approfondito degli impulsi elettrici del cervello viene tradotto in una litografia ottica, soportata da uno strato sottile d'oro, dove viene rappresentato una sezione di cervello. Attraverso una tecnica chiamata microetching, cioè l'incisione a livello micro di una superficie, è possibile vedere come un impulso luminoso (una sorgente luminosa esterna) che colpisce il quadro riesca a riflettere la luce in modo da creare un'animazione che rappresenta la trasmissione di corrente elettrica tra neuroni. A seconda del tipo di luce vengono così visualizzate diverse attività del cervello attraverso un'immagine bidimensionale "graffiata" su una superficie.

SOIL MICROBIAL COMMUNITIES ALONG THE ROUTE OF A VENTUROUS CYCLING TRIP

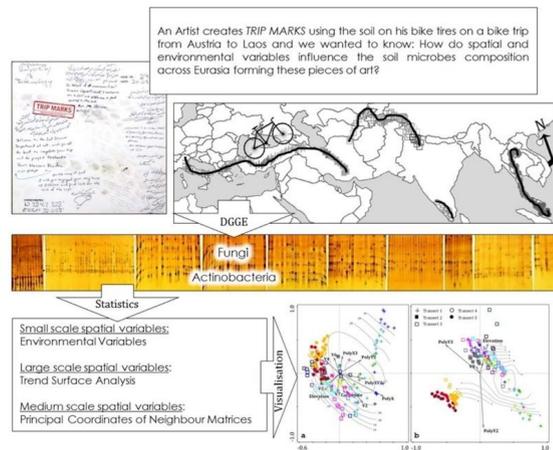


Figure 56 Il lavoro di Wolfgang Burtscher assieme agli scienziati Magdalena Nagler, Judith Ascher, María Gómez-Brandón e Heribert Insam, 2016.

Attraverso una performance artistica viene analizzata la composizione batterica di una linea di terreno estremamente lunga e varia. Un viaggio in bicicletta dell'artista Wolfgang Burtscher dall'Austria al Laos viene così trasformato in una raccolta di campioni di suolo: le impronte dei copertoni lasciate giorno dopo giorno dalla bicicletta su degli appositi fogli. Questa collaborazione ha poi fornito un articolo per il giornale scientifico *Applied Soil Ecology*⁵⁰.

PROGETTI PIONIERISTICI

Sono progetti artistici capaci di sviluppare nuove tecnologie a tal punto da iniziare un nuovo trend industriale.

CHARLES CSURI



Figure 57 Charles Csuri, pioniere della digital art.

Il lavoro pionieristico di Csuri si basa sulla computer grafica e sull'animazione digitale. Fu il primo a cimentarsi su questo aspetto nel 1964 e a creare diverse scuole che hanno fatto la storia della computer grafica e hanno formato i primi professionisti di questo settore ora fondamentale dell'industria moderna. I suoi lavori e le sue scoperte sono state adottate dai simulatori di volo, per visualizzare i risultati della risonanza magnetica, per lo sviluppo di effetti speciali in cinema e TV.

Abbiamo già riportato l'importante lavoro grafico di John H. Whitney, *Permutations*, in collaborazione con IBM, che ha segnato l'inizio della computer grafica.

ARDUINO

Dal suo primo sviluppo nel 2005 all'Istituto di Interactive Design di Ivrea, Arduino ha aperto le porte dell'elettronica a designers e ingegneri creativi di tutto il mondo. Non è un progetto transdisciplinare ma riteniamo necessario menzionarlo perché molti dei progetti di ArtScience hanno alla base la tecnologia di Arduino, che si sviluppa da sempre sposando il concetto di Open Source Software.

Il prototipo creato da Massimo Banzi può essere connesso a un elevato numero di sensori, luci, motori e parla un linguaggio di codice molto semplice da imparare, il che lo rende accessibile anche a persone senza un particolare percorso di studi scientifico.

AI ART

La famosa casa d'asta Christie's ha venduto il primo quadro, o forse sarebbe meglio dire la prima immagine, creata da una intelligenza artificiale. Questa vendita, di più di 400.000 dollari, ha iniziato un nuovo settore nella compravendita di arte digitale, sia essa creata da esseri umani o da robot.

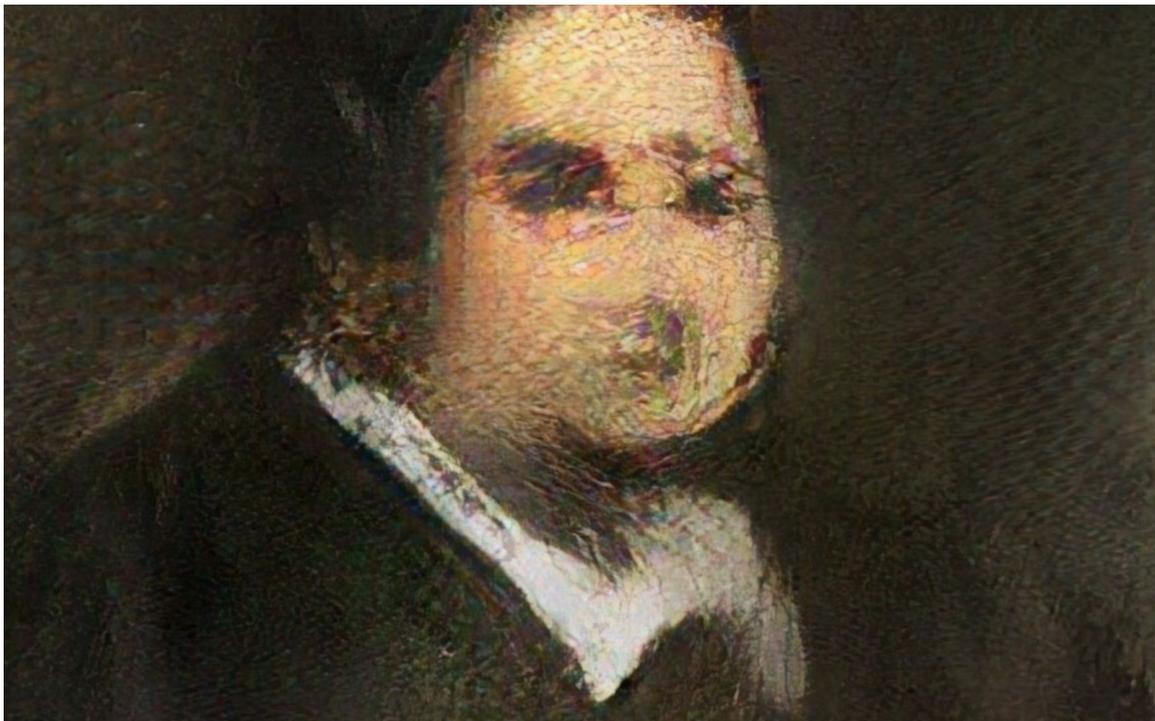


Figure 58 Il ritratto generato da un robot venduto all'asta per 400.000 dollari.

Lo sviluppo e l'affinarsi degli algoritmi di AI e di GANs (Generative Adversarial Networks) ha permesso ad artisti visivi di creare nuove tipologie di lavori prima impensabili.

PROGETTI EVOCATIVI

Se puntiamo il focus sull'efficacia comunicativa di progetti di ArtScience, c'è un'ulteriore categoria da aggiungere a quelle identificate dal SEAD, quella che comprende progetti con caratteristiche evocative. Fanno parte di questa categoria quei progetti di ArtScience che non sono per forza collegati a tecnologie o alle ultime scoperte della scienza, ma che utilizzano stilemi, dogmi scientifici e filosofici, estremizzazioni di conseguenze etiche e sociali che possono derivare da una interpretazione particolare delle scoperte scientifiche. Sono progetti che spesso parlano dei limiti della scienza, come delle possibilità che essa apre. La visione dell'uomo è spesso centrale in questi progetti, perché il punto di vista antropocentrico ne fornisce il senso filosofico/morale. Questi progetti hanno un alto potenziale comunicativo in quanto fanno vedere (visualizzano) in maniera evidente un concetto scientifico astratto o di solito non immediato da afferrare.

BIG PLAYGROUND



Figure 59 Il granello di sabbia forato da Dan Goods in Big Playground.

In questo progetto inventato da Dan Goods, visual strategist alla NASA, viene reso concreto e visibile un concetto espresso dalla poesia di William Blake, e ormai entrato a far parte nel nostro immaginario:

*«To see a world in a grain of sand
And a heaven in a wild flower,
Hold infinity in the palm of your hand,
And eternity in an hour.»*

*«Vedere un mondo in un granello di sabbia
E un paradiso in un fiore selvatico,
Tenere l'infinito nel palmo della mano,
E l'eternità in un'ora.»*



Figure 60 La stanza piena di sabbia che rappresenta l'insieme delle galassie dell'Universo. Dan Goods – Big Playground.

Un granello di sabbia che rappresenta la nostra galassia viene quindi forato, in modo che l'osservatore (noi umani) possa guardarci attraverso grazie ad un microscopio. Il foro rappresenta il luogo in cui viviamo, oltre che il nostro punto di osservazione. Ci vorrebbero sei stanze piene di granelli per rappresentare tutte le altre galassie note all'uomo, e quindi ecco che i visitatori possono giocare con un'enorme quantità di sabbia presente nella stanza: la relazione tra il minuscolo buco nel granello che ci rappresenta e l'intero universo di sabbia attorno è così rappresentata in maniera visibile e tattile.

MELTING MEMORIES

Tra queste nuove creazioni i lavori di Refik Anadol, che utilizza dati ottenuti da ricerche scientifiche o da nuove tecnologie per realizzare delle sculture di luce in movimento, delle proiezioni tridimensionali molto accattivanti e immersive. Interessante il lavoro MELTING MEMORIES, realizzato in collaborazione con il Neuroscape Lab di San Francisco, un centro di ricerca sulle neuroscienze.



Figure 61 Refik Anadol – Melting Memories, realizzato con il Neuroscape Lab di San Francisco, 2017.

Anadol raccoglie dati sui meccanismi neurali del controllo cognitivo da un elettroencefalogramma, uno strumento che misura i cambiamenti nell'attività delle onde cerebrali e fornisce prove di come il cervello funzioni nel tempo. Questi set di dati costituiscono i mattoni per gli algoritmi creati dall'artista per creare strutture visive multidimensionali e in movimento.

BIOGLYPHS

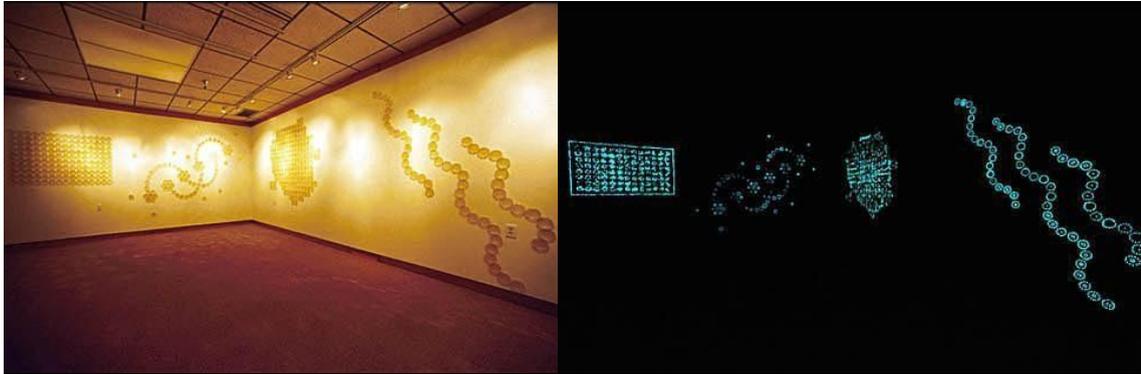


Figure 62 Center for Biofilm Engineering e Montana State University School of Art – Bioglyphs, 2002.

Nell'aprile 2002 Il progetto Bioglyphs ha creato dei dipinti viventi composti da miliardi di batteri bioluminescenti. Un ambiente mistico e surreale come occasione per parlare del fenomeno della bioluminescenza a un pubblico ampio, attraverso un impatto visivo tale da suscitare meraviglia e da creare ricordi vividi nello spettatore.

X-VERSE

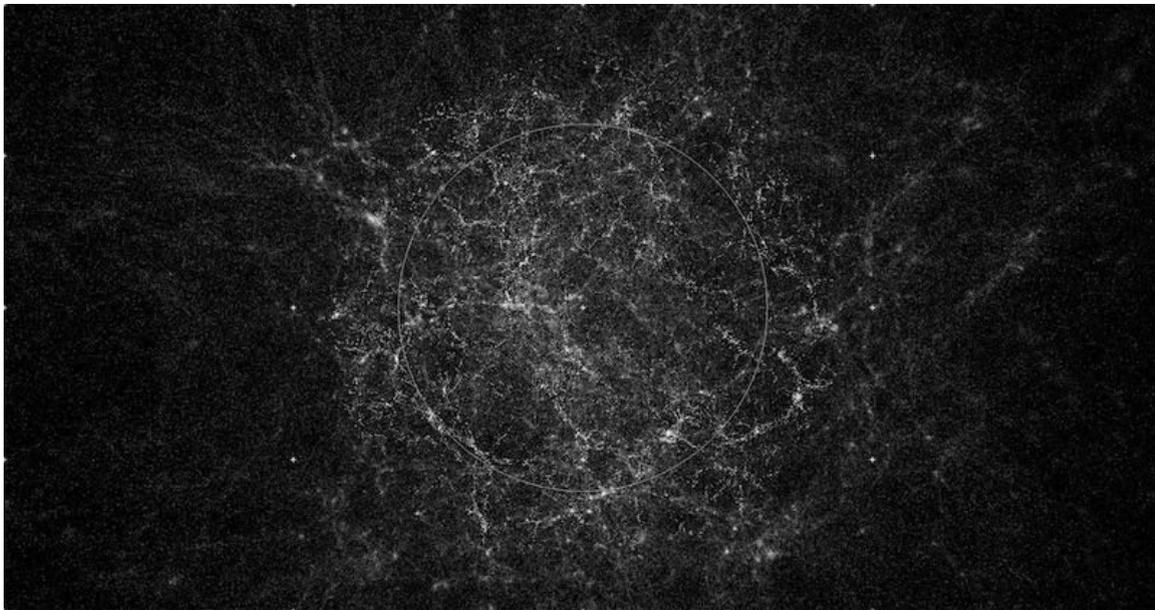


Figure 63 Ryoji Ikeda – X-Verse, installazione audiovisiva presentata alla Biennale di Venezia nel 2019.

Tutto è collegato a tutto: l'artista digitale giapponese Ryoji Ikeda utilizza proiezioni monumentali per illustrare strutture simili nella natura e nel mondo umano. Un viaggio dal nucleo atomico alla galassia in un film di circa 10 minuti. Ikeda trasforma enormi quantità di dati provenienti da importanti istituzioni scientifiche

come la NASA e il CERN, in proiezioni monumentali veloci. La fruizione di questo mondo digitale è però molto sottile: nonostante gli innumerevoli stimoli visivi, lo spettatore non è bombardato da segnali o addirittura terrorizzato, ma li vive come un affascinante confronto con l'incommensurabile. Anche qui il digitale serve come mezzo di espressione visiva di nozioni scientifiche racchiuse in una quantità enorme di dati: grazie a installazioni come queste si può pensare di instaurare un discorso di comunicazione sul problema dei BIG DATA.

SPORE 1.1



Figure 64 Douglas Easterly e Matthew Kenyon – Spore 1.1, 2004.

Gli artisti Douglas Easterly e Matthew Kenyon hanno creato un ecosistema per una pianta da vaso comprata in un grande negozio di accessori per la casa, una catena chiamata Home Depot. La pianta è inserita in un sistema controllato da un computer collegato ad internet che regola l'afflusso di acqua alla pianta stessa. Tale ecosistema che regola le condizioni di vita della pianta è influenzato dall'andamento in borsa delle azioni della Home Depot: quando le azioni salgono di valore la pianta è ben rifornita di acqua, mentre al contrario, se le azioni crollano, la pianta non riceverà più liquido. Un modo per collegare dei sistemi apparentemente scollegati tra loro, o che noi percepiamo tali, e che invece sono parte di una rete più grande di interconnessioni economiche.

IL SISTEMA TRIESTE

La città di Trieste è il centro di un territorio dove la ricerca scientifica costituisce un pilastro fondamentale: due università, un parco scientifico e tecnologico, più di 30 istituti di ricerca e un'altissima percentuale di ricercatori (oltre 35 ogni 1.000 occupati contro una media europea di poco meno di 6) rendono la Regione Friuli Venezia-Giulia un centro importantissimo per lo sviluppo di una comunità e di una cultura scientifica.

Il Sistema Trieste è formato da istituti internazionali di ricerca, perlopiù dedicati alla promozione della ricerca nei paesi in via di sviluppo. Promosso dalla Fondazione Internazionale Trieste è noto anche come Sistema delle Scienze delle Nazioni Unite.

Gli istituti internazionali di ricerca del Sistema Trieste sono:

1964: International Centre for Theoretical Physics (ICTP), ora Abdus Salam International Centre

1978: Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA)

1981: Area di Ricerca, ora Area Science Park

1983: International Center for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), con un centro gemello a New Dehli ed a Città del Capo

1983: Academy of Sciences for the Developing World (TWAS)

1986: Laboratorio dell'Immaginario Scientifico (LIS, ora Science Centre Immaginario Scientifico)

1988: International Center for Science (ICS) dell'UNIDO

1993: ELETTRA, macchina di luce di sincrotrone

2000: InterAcademy Panel on International Issues (IAP), trasferito dalla Royal Society di Londra alla TWAS a Trieste

2004: InterAcademy Medical Panel (IAMP), trasferito da Washington alla TWAS a Trieste

2007: Consortium on Science, Technology and Innovation for the South (COSTIS) del G77

L'attività riconosciuta a livello internazionale del Sistema Trieste ha portato alla candidatura di Trieste come Città Europea della Scienza nel 2020, anno in cui la città ospita ESOF, l'EuroScience Open Forum.

II POTENZIALE ARTISTICO-SCIENTIFICO DEL SISTEMA TRIESTE

Molte iniziative che riguardano la divulgazione scientifica a Trieste sono già ben radicate e funzionali. Ci sono le attività ludico-divulgative dell'Immaginario Scientifico, che sono disseminate lungo tutto l'anno e fanno parte della missione di un science center. Molte di queste iniziative coinvolgono le scuole in laboratori dove si apprende attraverso il gioco, oltre alle visite in sede dove i vari exhibit e installazioni interattive sono a disposizione dei visitatori e restituiscono un

messaggio o principio scientifico attraverso l'utilizzo di macchinari e materiali concreti, oltre grazie alla proiezione di immagini e film in digitale.

Anche la SISSA, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, organizza diversi eventi e attività. Un festival estivo, il SISSA SUMMER FESTIVAL, dove vengono proposti spettacoli teatrali e musicali a tema scientifico. Mette a disposizione i propri laboratori e i propri scienziati durante l'Open Day alle scuole superiori, dove ragazze e ragazzi sono in procinto di scegliere quale indirizzo universitario prendere. Ricordiamo infine un festival di editoria divulgativa scientifica, Scienza e Virgola, dove i caffè letterari della città e le librerie diventano luoghi di discussione e presentazione di libri.

Il SISSA Medialab, una società che fa comunicazione della scienza organizzando eventi, programmi d'insegnamento e prodotti innovativi. Medialab ha costruito uno spazio di public engagement dedicato ad incontri e mostre, chiamato Trieste Città della Conoscenza. Lo spazio è aperto a un pubblico sia di curiosi sia di esperti, ubicato all'interno della stazione dei treni di Trieste. Un luogo molto interessante in quanto caratterizzato da un continuo movimento, dove le persone sono di fretta e di passaggio, ma anche in attesa di partire. Un centro di questo tipo, dove si possono organizzare incontri tra scienziati e cittadinanza, sarebbe molto interessante da creare anche in periferia della città. Per ESOF2020 sono stati realizzati due laboratori di video/documentario partecipato, a cura della regista Erika Rossi e da me, assieme a due classi della scuola superiore Deledda-Fabiani. Il tema del laboratorio era la percezione della scienza in periferia, e si è notato come in questi luoghi lontani dal centro manchino posti in grado di aggregare i giovani e di fornire spunti diversi e nuovi ai residenti di tutte le età. L'aumento dei punti di contatto tra la scienza e i cittadini comporterebbe una comunicazione più efficace e diffusa sul territorio, e non centralizzata solamente in pochi luoghi spesso non alla portata di chi risiede lontano dal centro cittadino, e non viene a conoscenza delle iniziative proposte.

Altro evento rilevante è la MINI MAKER FAIR, curata da Enrique Canessa e Carlo Fonda del FabLab con sede all'interno dell'ICPT, International Center of Theoretical Physics. Una fiera di costruttori e curiosi di scienza e tecnologia che sfoggia invenzioni e prototipi in grado di soddisfare la curiosità di vari pubblici, e che ha toccato ormai le sedicimila presenze.

Contenitore globale di tutti gli istituti scientifici del territorio è invece Trieste Next, il festival della ricerca scientifica curato da Goodnet, una realtà specializzata nello sviluppo e realizzazione di progetti di territorio. Diversi stand che rappresentano i vari istituti scientifici del territorio occupano la piazza centrale della città, piazza Unità d'Italia, ognuno a servizio dei cittadini per spiegare le attività scientifiche svolte, svolgere mini laboratori e giochi scientifici per bambine e bambini, dialogare con il pubblico.

In tutti questi eventi possiamo trovare dei progetti interdisciplinari di ArtScience, o dei prototipi ancora in fase embrionale e che spesso sono poco valorizzati all'interno di un contesto dove il linguaggio predominante è quello scientifico.

Per citare degli esempi concreti, a Trieste Next 2019 uno studente di dottorato in astrofisica della SISSA ha scritto un software in grado di simulare la distorsione spazio-temporale causata da un buco nero, applicandola alla visione di una webcam. Il risultato era la deformazione delle immagini delle persone che passavano davanti alla telecamera, un effetto molto semplice da realizzare ma di grande richiamo ed effetto. All'interno di Trieste Next però questo progetto scompariva, perché non sufficientemente valorizzato: uno schermo da TV piccolissimo non restituiva delle immagini sufficientemente appariscenti e la webcam usata era a bassissima risoluzione. Questo perché lo studente ha realizzato tutto coi propri mezzi senza un supporto di comunicazione adeguato. Un centro vivo in grado di canalizzare l'attenzione dei visitatori, come un grande schermo su cui proiettare in modo evidente sopra gli spazi espositivi di Next, consentirebbe la possibilità di aprire delle finestre temporali dove esporre progetti come questo all'attenzione del pubblico, per garantirne un'esposizione maggiore.

Un altro progetto molto interessante presente a Next 2019 sfrutta elementi di intelligenza artificiale per analizzare le lettere scritte da Italo Svevo. L'analisi si propone di estrarre dalle lettere stati emotivi e argomenti che il grande scrittore esprimeva⁵¹ attraverso di esse. Un progetto transdisciplinare come questo, che unisce le ultime tecniche matematiche di Natural Language Processing alla letteratura, è riportato all'interno del Sistema Trieste solamente nel sito di Trieste Next. Tuttavia, dato il considerevole numero di progetti e di news seguite dall'iniziativa, esso rischia un calo di visibilità.

In prospettiva, un portale/archivio che raccolga progetti ibridi di ArtScience nati all'interno del Sistema Trieste, può essere uno strumento aggiuntivo per arricchire la comunicazione scientifica del territorio.

I SOPRALLUOGHI

Per verificare la possibilità di implementare un sistema di comunicazione scientifica attraverso linguaggi artistici a Trieste, sono stati eseguiti dei sopralluoghi in diverse realtà scientifiche del territorio.

Sono così stati identificati sia degli specifici campi di ricerca che alcuni strumenti a disposizione della comunità scientifica.

Lo scopo di queste visite è stato quello di stilare un primo elenco di possibili interazioni tra la ricerca scientifica e eventuali interventi artistici, dedicati a specifici argomenti e finalizzati a favorire la comunicazione della scienza e la sua divulgazione sul territorio.

Attraverso l'analisi effettuata nel precedente capitolo su progetti ibridi di ArtScience già realizzati nel mondo, vengono proposti esempi di possibili dialoghi e interazioni da sperimentare qui a Trieste.

In generale è possibile pensare a progetti di divulgazione di un argomento scientifico in due modi:

- Il primo utilizzando i DATI prodotti dalla ricerca scientifica per rielaborarli, in modo da creare un prodotto visivo o sonoro da inserire in un contesto particolare (una mostra in occasione di un particolare evento istituzionale o un incontro con gli scienziati) o da disseminare in quanto tale. Parliamo di dati di archivio, già raccolti, come immagini, video, analisi strumentali, grafici.
- Il secondo instaurando una collaborazione, per un adeguato periodo di tempo, tra un ricercatore e un artista, in modo da creare un progetto ad hoc che comprende l'utilizzo gli stessi strumenti e materiali di ricerca utilizzati dallo scienziato. Tali materiali/strumenti possono essere usati per creare un prodotto artistico, senza rilevanza scientifica, ma con un forte potenziale comunicativo da usare come aggancio per parlare della ricerca scientifica alla base.

SISSA

Durante il periodo passato in SISSA ho avuto modo di incontrare diversi scienziati e di conoscerne la loro ricerca, gli strumenti di cui si servono e i loro interessi professionali. Questi diversi mondi, ognuno con il proprio immaginario e la propria visione delle cose, costituiscono il substrato ideale per la creazione di progetti interdisciplinari e transdisciplinari di ArtScience, alcuni realizzabili con poche risorse, altri più ambiziosi che richiedono più finanziamenti ed eventuali partnership.

Neuroscienze Cognitive

Nel laboratorio della prof. Domenica Bueti si studia come il cervello umano percepisce tempo, spazio e numeri, attraverso tecniche di EEG (elettroencefalografia) e di fMRI (functional magnetic resonance imaging). Nel laboratorio è presente una camera insonorizzata dove i soggetti possono effettuare gli esperimenti senza disturbi esterni. L'obiettivo della ricerca è capire dove, come e quando il cervello umano rappresenta ed elabora il tempo, in un intervallo che va da poche centinaia di millisecondi a pochi secondi.

Questo tipo di ricerca si apre a scenari di collaborazione multidisciplinare, infatti i risultati vengono già applicati a livello sociale e tecnologico, per esempio studiando l'effetto degli smartphones nella percezione del tempo.

L'applicazione dell'EEG su esseri umani è stata effettuata per la prima volta nel 1929 da Hans Berger, il quale scoprì che vi era una differenza di potenziale elettrico tra aghi infissi nello scalpo oppure tra due piccoli dischi di metallo quando essi sono posti a contatto sulla cute sgrassata del cuoio capelluto.



Figure 65 Tentativo di registrazione EEG del 1920 di Hans Berger.

Da allora sono state monitorate le onde cerebrali di individui intenti nelle più diverse azioni, come dormire, baciare, suonare uno strumento musicale. Alcuni artisti hanno sfruttato il potenziale elettrico del cervello per produrre suoni, o muovere oggetti (piccoli robot elettrici o immagini digitali) solamente con "la forza del pensiero".

Un pioniere della EEG-Art è stato Alvin Lucier, che nel 1965 ha collaborato con un fisico Edward Dewan per creare Music for Solo Performer. Lucier sedeva su una sedia, con gli occhi chiusi, mentre le sue onde cerebrali venivano registrate, amplificate e collegate a diversi altoparlanti. Poiché le onde alfa, anche se amplificate, sono al di sotto della gamma udibile dall'uomo, gli altoparlanti sono stati posizionati "di fronte" a vari strumenti a percussione, che sono stati quindi attivati per mezzo della vibrazione.



Figure 66 Alvin Lucier durante la sua performance Music for Solo, 1965.

Le onde cerebrali venivano scritte da un plot analogico in tempo reale su un foglio di carta. Successivamente questi output sono stati digitalizzati e quindi resi disponibile su computer sotto forma di numeri. Ciò ha permesso di realizzare delle performances artistiche che hanno sfruttato la visibilità delle onde cerebrali e le nuove tecnologie.⁵²⁻⁵⁴



Figure 67 Lisa Park – Eunoia II EEG performance 2014.



Figure 68 Lia Chavez - The Octave of Visible Light: A Meditation Nightclub, 2015.



Figure 69 Alberto Novello - (un)focused, 2015.

A seguito di un colloquio con Domenica Bueti, abbiamo realizzato un exhibit per l'Immaginario Scientifico di Trieste: le onde cerebrali, rilevate tramite un casco EEG appositamente costruito, vengono visualizzate in tempo reale su uno schermo,

tradotte in flussi, forme e colori mutevoli. Le immagini create dal cervello dello spettatore sono così percepite dalla stessa corteccia visiva che le crea.

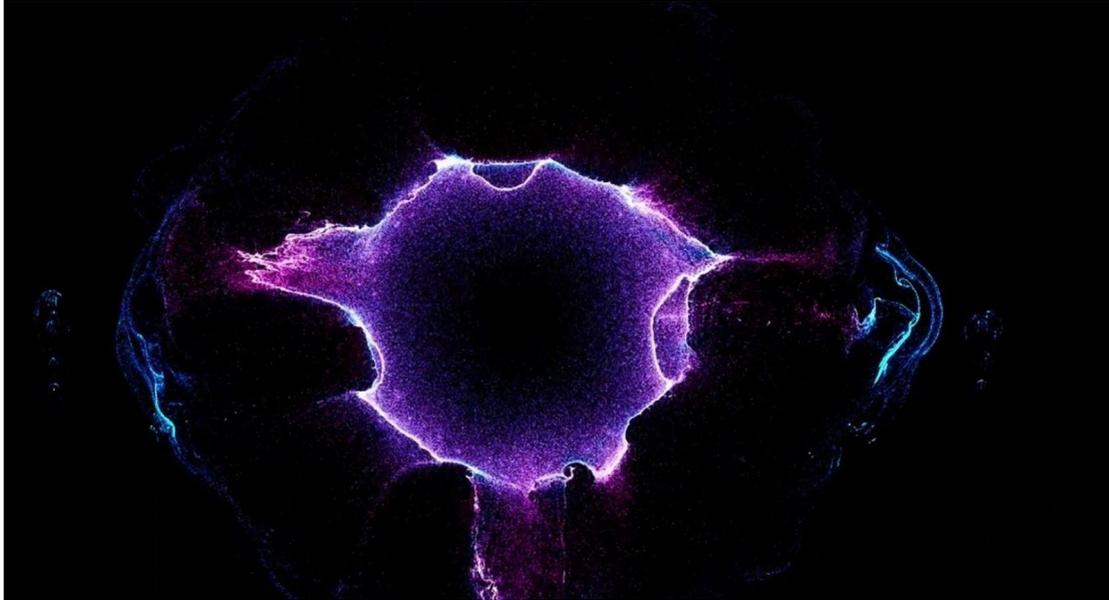


Figure 70 Francesco Scarel e Alessandro Fontana – Brain Particles, 2020.

Dal punto di vista comunicativo, questo tipo di lavoro è in grado di facilitare una comprensione immediata del nostro cervello come organo funzionante. La percezione del battito cardiaco rende certa la presenza del cuore, così come il respiro fa sentire la presenza dei polmoni che si gonfiano nel torace. La percezione di un cervello attivo invece non può essere ricondotta a qualcosa di fisico, a un movimento o a una sensazione interna, ma è più qualcosa di ineffabile e sottile. Viene così reso visivo il funzionamento di qualcosa che solitamente non vediamo, ma che utilizziamo 24 ore al giorno per tutta la durata della nostra vita.

La tecnica di fMRI è molto più costosa e necessita di un macchinario più grande, di solito mantenuto all'interno di un ospedale. L'accesso a questi sistemi è quindi molto costoso e spesso non facile per progetti che non hanno uno scopo prettamente scientifico.

Tuttavia è possibile farlo, come lo dimostra il lavoro di Pierre Huyghe, un artista che si è appoggiato al laboratorio di ricerca del prof. Yuki Kamitani in Giappone, che ha recentemente rilasciato un articolo dove viene descritta la ricostruzione di immagini visualizzate da dei soggetti durante la risonanza magnetica.⁵⁵ Per ottenere tali risultati è stata utilizzata una rete neurale applicata a un database di immagini registrate tramite fMRI.



Figure 71 Pierre Huyghe – Umwelt, 2018.



Figure 72 Shen G, Horikawa T, Majima K, Kamitani Y (2019) Deep image reconstruction from human brain activity.

Essendo a conoscenza di queste tecniche e della ricerca ad esse collegata, una figura come il comunicatore scientifico diventa preziosa per collegare il mondo della scienza con quello artistico. Per esempio, Alba Zari⁵⁶, artista e regista che lavora a livello nazionale e internazionale residente a Trieste, mi ha contattato per aiutarla a stabilire un contatto con il mondo della ricerca in neuroscienze per un suo progetto di video documentario. Nello specifico Alba è interessata a far

“riaffiorare” i ricordi perduti della madre, e da autrice pensa che sarebbe interessante poterlo fare attraverso un’analisi delle onde cerebrali emesse durante la visione di alcune foto del passato. L’obiettivo quindi non è un risultato scientifico, ma più artistico ed estetico.

A tal proposito il profilo di comunicatore della scienza, aggiunto alla mia esperienza nella ricerca scientifica, mi ha permesso di contattare il prof. Kamitani in Giappone, che si è reso molto disponibile alla collaborazione, così come la prof. Bueti, che ha messo a disposizione i suoi laboratori per il progetto di Alba Zari.

Neurobiologia

In questo ambito di ricerca ho visitato i laboratori della prof. Anna Menini e del prof. Vincent Torre.

Nei laboratori della prof. Menini si studia il senso dell’olfatto attraverso la stimolazione di tessuti cerebrali di ratti con molecole olfattive di vario tipo. A una sezione di cervello (o ad una sezione sottile di solo tessuto) si appoggia un elettrodo che misura la quantità di corrente che passa da neurone a neurone, stimolata da un segnale chimico, come appunto delle molecole diluite in provette a varie concentrazioni.

Per un artista, poter lavorare con il senso dell’olfatto è sicuramente molto avvincente. Nella letteratura di fantascienza di A. Huxley si parla di *cinema odorosi* ne “Il Mondo Nuovo”, mentre è del 1996 un divertente studio effettuato dall’artista/ingegnere Marc Böhlen su un sensore MEMS (Micro-electromechanical system) in grado di misurare il principale costituente dell’alito cattivo, l’idrogeno solforato⁵⁷.

Il computer-artist americano Myron Krueger, considerato un pioniere nello studio e utilizzo della VR (Virtual Reality), ha iniziato degli esperimenti dove degli odori vengono trasmessi agli utenti in VR attraverso una maschera speciale controllata da un computer.

Bisogna tuttavia considerare che l’utilizzo di cavie da sacrificare per esperimenti può essere accettato ai fini della ricerca scientifica, ma non sicuramente per scopi artistici. La sperimentazione animale è un tema delicato e controverso, che potrebbe diventare il focus di una residenza artistica centrata sull’etica della ricerca di base e dell’utilizzo di animali.

Attraverso microscopi elettronici si realizzano foto e video in cui si vedono gli esiti degli esperimenti grazie alla colorazione a fluorescenza delle cellule. Ecco quindi che un’altra possibilità di interazione che un artista potrebbe intraprendere è quella di utilizzare questi dati allo scopo di parlare della ricerca di base effettuata in questi laboratori della SISSA.

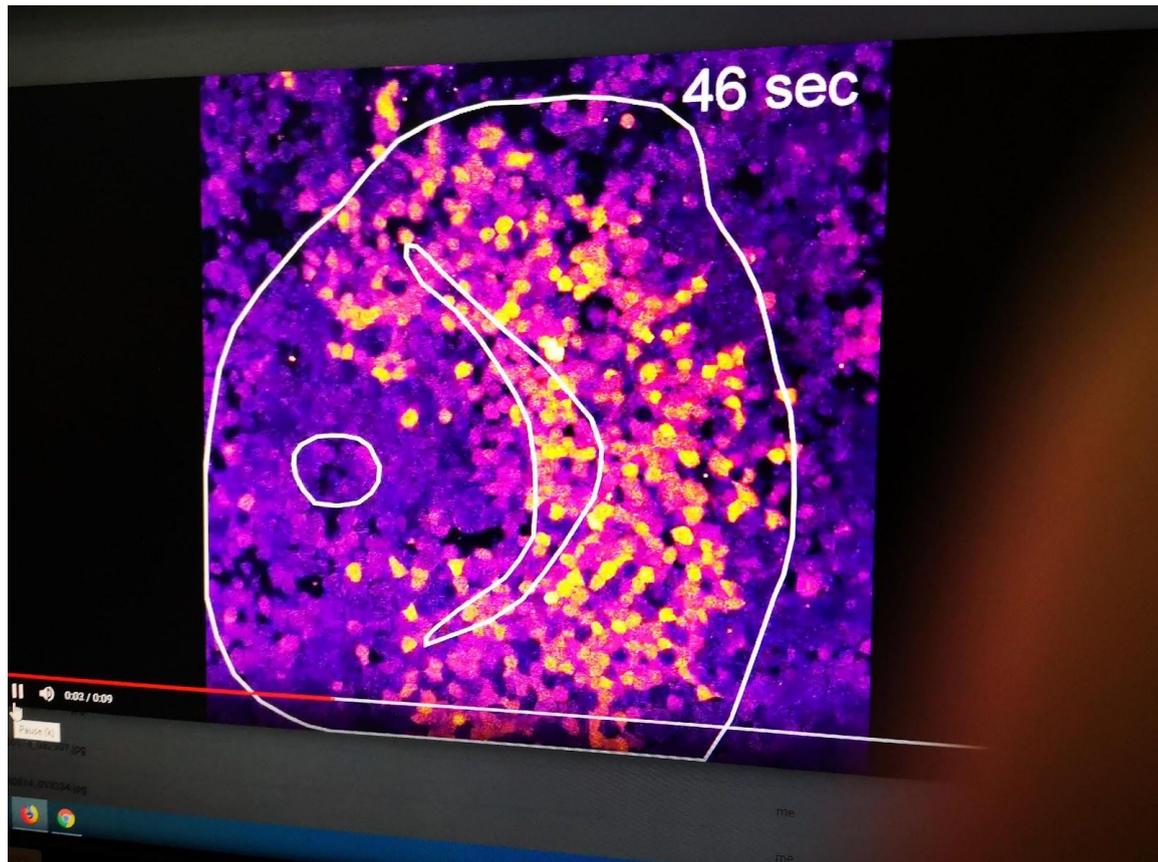


Figure 73 Colorazione di cellule dell'epitelio olfattivo di topo nel laboratorio prof. Menini.

Perlustrando i laboratori assieme alla prof. Menini sono stati individuati diversi strumenti obsoleti (vecchi oscilloscopi per esempio) e metodi superati di archiviazione dati, come nastri VHS.

Questo potrebbe aprire un'interessante linea di ricerca di ArtScience che riutilizza e ricicla le vecchie strumentazioni scientifiche per creare installazioni audiovisive. Gli oscilloscopi per esempio possono essere modificati per creare musica e effetti visivi analogici, come fanno da qualche anno in un festival di musica elettronica e visual art a Zagreb (CRO), chiamato Vektor Hack. Il lavoro portato avanti in questo festival nasce negli anni '50 e '60 da sperimentatori come Nam June Paik, Ben Laposky, Steina e Woody Vasulka, Aldo Tambellini e molti altri. Il voler utilizzare tecnologie ormai obsolete come oscilloscopi e tubi catodici per creare forme artistiche di intrattenimento rappresenta una tendenza sempre più in voga negli ultimi anni.

Riciclare la scienza per produrre arte potrebbe essere un modo per svuotare gli archivi e i magazzini degli istituti scientifici, spesso pieni di strumenti non più fruibili per la ricerca.



Figure 74 Tedd Davis – Xyscope open source project.

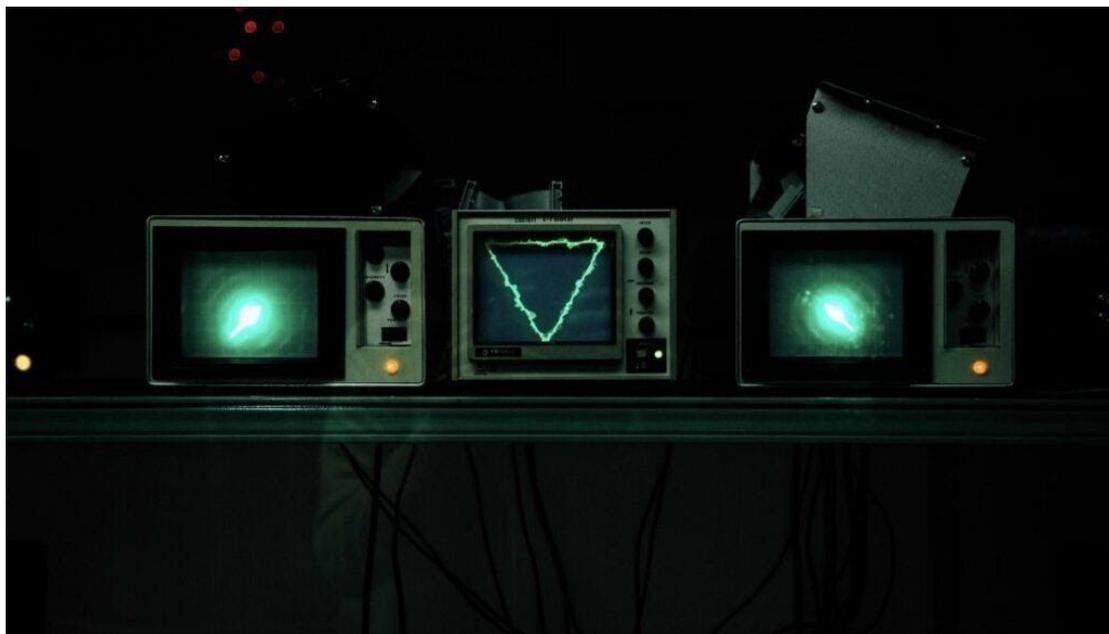


Figure 75 Shojiro Nakaoka – Image club.

Le vecchie VHS invece contengono dei veri e propri esperimenti di elettrostimolazione su cellule cerebrali: non avendo computer potenti abbastanza da contenere tutti i dati di un esperimento, si registrava la corrente elettrica prodotta dagli elettrodi inseriti sulle membrane cellulari su nastro magnetico, per poi convertirli, tramite uno strumento apposito, in un plot grafico comprensibile agli scienziati.

La registrazione video rappresenta i segnali elettrici attraverso linee bianche e nere in continuo movimento, alternate dal rumore di fondo video, il classico “formicolio”. La parte audio invece sono le voci degli scienziati che descrivono l’esperimento.

Questo materiale potrebbe essere prezioso per un'interpretazione artistica dei metodi di ricerca storici e ormai in disuso.



Figure 76 Dati di elettrofisiologia salvati in VHS nei laboratori della prof. Menini in SISSA.

Anche dai laboratori del prof. Vincent Torre troviamo immagini molto accattivanti dal punto di vista estetico, come per esempio quelle che illustrano la crescita di neuroni in vitro. Queste fotografie potrebbero essere destinate ad altri progetti di ArtScience.

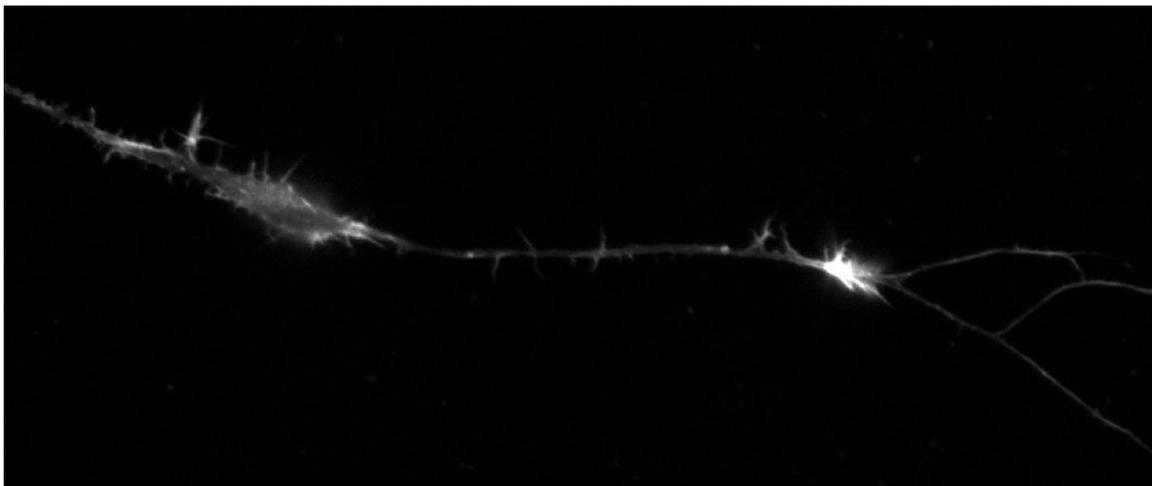


Figure 77 Crescita di neuroni in vitro dai laboratori di ricerca del prof. Vincent Torre.

Reti Neurali e Intelligenza Artificiale (AI)

Il grande entusiasmo degli anni '70 e '80 verso la cibernetica, soprattutto in USA tramite i fondi del Governo e della DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency, ma anche da parte delle accademie parte e delle industrie, ha apportato nuovi dibattiti etici e creato un nuovo campo di ricerca scientifica e filosofica.

Negli ultimi anni diverse istituzioni come l'MIT, l'Università di Stanford e l'Unione Europea, hanno pubblicato documenti essenziali e linee guida per la creazione di intelligenze artificiali che seguano un certo modello etico⁵⁸⁻⁶¹.

Si è sempre cercato di costruire sistemi computerizzati in grado di simulare ciò che noi riconosciamo come intelligenza umana, emozioni, comprensione di linguaggi, ragionamenti, risolvere problemi. In un paper⁶² del 1983 per Leonardo (MIT Press) intitolato "Artificial Intelligence Research as Art", Stephen Wilson sottolinea la peculiarità di questo campo di ricerca, che riesce sempre a oltrepassare i propri limiti tecnologici. Alla radice esso rappresenta una ricerca della natura umana, del significato di intelligenza, dei limiti delle macchine e dell'uomo come costruttore di macchine.

Progetti di ArtScience sulla cibernetica e sulle AI si sono sviluppati molto negli ultimi anni: la sfida di sviluppare algoritmi per intelligenze artificiali "creative" ha coinvolto artisti, psicologi e scienziati di tutto il mondo⁶³.

Uno degli artisti più noti che negli anni ha sviscerato il rapporto umano-macchina fino a decretare il corpo umano come obsoleto è Stelarc⁶⁴. I suoi lavori come "The Third Hand" e "Muscle Machine" esplorano l'interfaccia intima della tecnologia con l'aumento protesico, non come un sostituto ma piuttosto come un'aggiunta al corpo. La protesi non come segno di una mancanza, ma piuttosto come sintomo di eccesso. Per realizzare le sue opere Stelarc ha sempre lavorato assieme a scienziati, medici e addirittura chirurghi.



Figure 78 Stelarc – Muscle Machine, un sistema ibrido uomo-macchina, alimentato pneumaticamente mediante attuatori muscolari, Londra 2003.

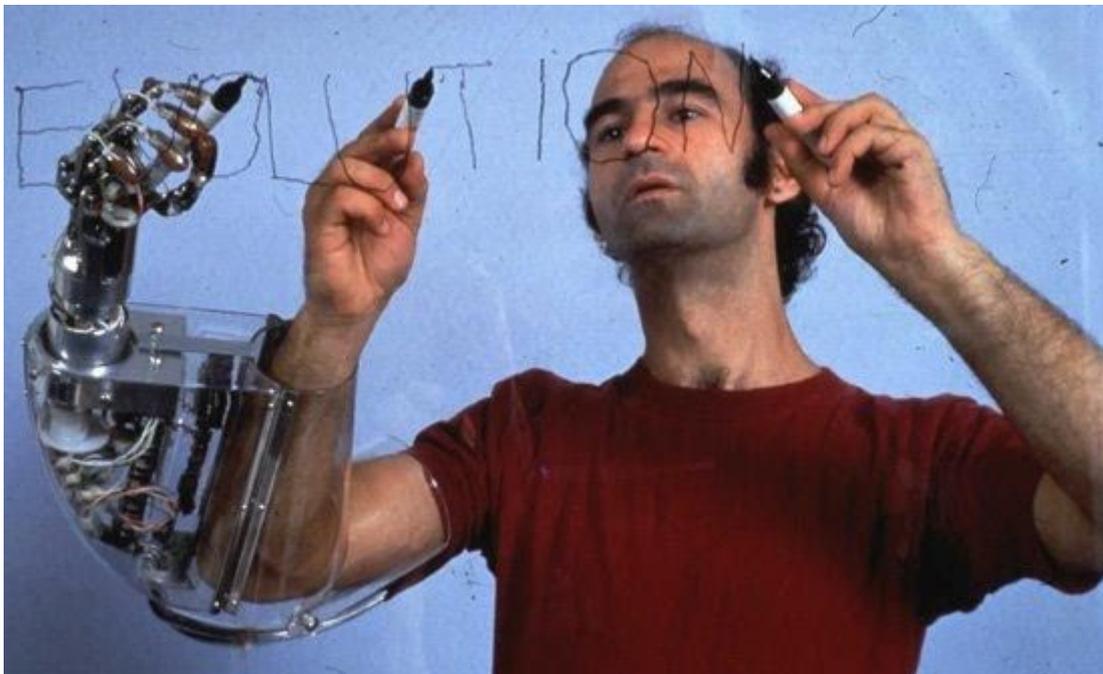


Figure 79 Stelarc – The Third Hand, completata nel 1980 a Yokohama, Giappone.

Il primo robot in grado di creare dei disegni considerati "artistici" da noi umani si chiama AARON, ed è stato sviluppato nel 1973 da Harold Cohen, professore all'Università della California, San Diego e un tempo rappresentante UK alla Biennale di Venezia. AARON è in grado di realizzare immagini in modo autonomo da decenni; anche alla fine degli anni '80 Cohen riuscì a scherzare dicendo di essere l'unico artista a poter avere una mostra postuma di nuove opere create interamente dopo la sua morte. Resta acceso il dibattito sulla possibilità o meno che i disegni di una AI possano essere veramente descritti come "creativi" o "immaginativi". Eppure, visti oggi i disegni di AARON possiedono un proprio stile unico.



Figure 80 *Two Friends with Potted Plant* (1991), 72x54 inches, oil on canvas. AARON ha generato questa opera d'arte e l'ha mostrata sul monitor di un computer. È stata creata una diapositiva del disegno, proiettata su una tela e completata a mano.

Le AI sviluppate sinora lavorano sulla comprensione di testo, sul riconoscimento di immagini (riconoscimento facciale), robot autonomi e analisi di enormi quantità di dati.

Negli ultimi anni, le tecnologie di rilevamento dei volti sono state ampiamente utilizzate dagli artisti per creare arte digitale. Il rilevamento dei volti fornisce nuove forme di interazione e consente agli artefatti digitali di rilevare la presenza di esseri umani, attraverso l'acquisizione di video e il rilevamento del viso, in tempo reale.

Lavoro recente che sfrutta l'algoritmo di riconoscimento facciale da parte di un computer è quello di João Martinho Moura, intitolato "How Computers Imagine Humans?". In questa particolare installazione due intelligenze artificiali si interfacciano per scoprire come i computer immaginano gli esseri umani. Un

sistema di rilevamento facciale AI di un computer viene forzato a riconoscere e generare volti umani a partire dal segnale di rumore bianco fornitogli da un secondo computer.



Figure 81 João Martinho Moura – How Computers Imagine Humans? 2017.

Il progetto «The Seeker» CKRBT⁶⁵ è un esempio di computer vision, cioè del modo in cui i computer “vedono” ciò che li circonda. Ciò è possibile attraverso delle telecamere. Qualsiasi cosa, o persona, che entri nel campo visivo di questa installazione viene analizzata e classificata senza pietà. Un robot insaziabile di stimoli capace di mettere in soggezione il visitatore, intento certamente voluto dall'artista Nye Thompson, che mette in discussione i sistemi di sorveglianza e il vasto numero di telecamere collegate ad internet disseminate nelle città.

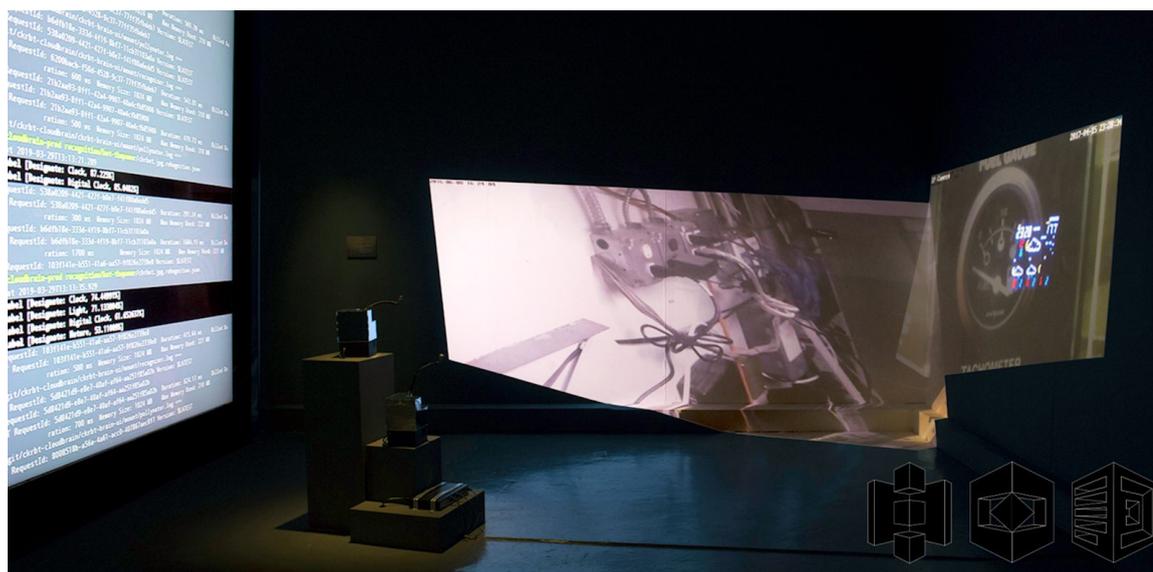


Figure 82 Nye Thompson - The Seeker

Ormai queste tecnologie sono entrate a far parte del modo di vivere nella nostra società: le AI sono ormai presenti in casa (i vari assistenti vocali o gli aspirapolvere robot), nelle automobili che guidano da sole, nel nostro smartphone. Il modo in cui comunichiamo e ci interfacciamo con le macchine è un argomento molto interessante da approfondire anche attraverso progetti di ArtScience. Il primo chat-bot mai realizzato si chiama ELIZA (1995), ed era in grado di utilizzare quello che in gergo viene chiamato “natural language”, imparandolo dal web. Ciò ha permesso di avviare una ricerca sempre più approfondita sugli algoritmi che sfruttano l’immensa quantità di dati forniti da internet.

Molti progressi sono stati fatti nell’utilizzo di AI in campo medico, psicologico ed educativo. Ad esempio si è visto come certi soggetti sociopatici e insicuri preferiscano dialogare con un robot piuttosto che con un essere umano. È stato così sviluppato un algoritmo dalla forma di chat-bot, chiamato Replika⁶⁶, ideato per rispondere a queste particolari situazioni.

Artista e scienziata che lavora sull’interazione e la comunicazione tra persone e macchine è Sougwen Chung⁶⁷, una ex ricercatrice al MIT Media Lab e attualmente Artist in Resident presso i Bell Labs e il New Museum of Contemporary Art di New York. La capacità umana di antropomorfizzare il nostro rapporto con le macchine, in particolare con i robot, finisce per essere uno specchio di come vediamo noi stessi e le nostre interazioni con gli altri.

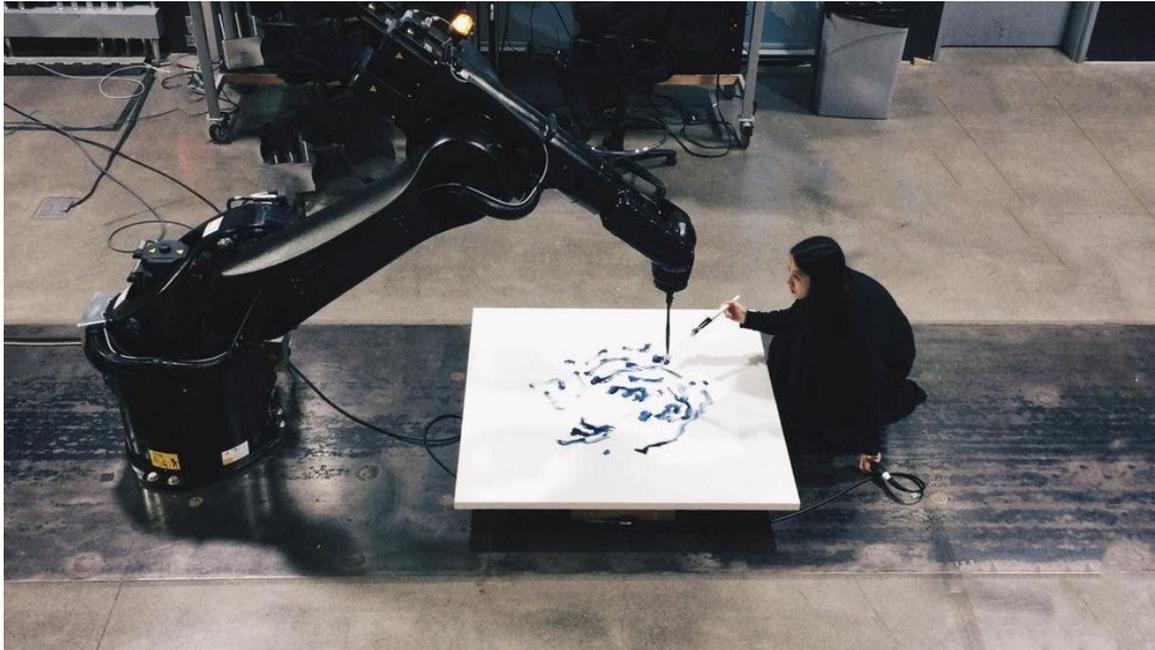


Figure 83 Sougwen Chung al lavoro su un dipinto assieme ad un braccio meccanico.

Il tema principale dell'edizione di ArsElectronica 2017 ha come titolo "Artificial Intelligence – the Other I"⁶⁸. Il festival ha proposto una serie di interventi artistici, talk, spettacoli proprio sul ruolo delle AI nella società. Inoltre ha fondato AI lab – European ARTificial Intelligence Lab, un progetto che fa parte del programma Creative Europe e che accentra visioni, aspettative e paure associate alla concezione di un'intelligenza artificiale futura e onnicomprensiva. AI lab organizza incontri e residenze artistiche in istituti scientifici per sviluppare il tema delle intelligenze artificiali.

Da questo laboratorio interdisciplinare è uscito un interessante web project chiamato "Anatomy of an AI System"⁶⁹ di Kate Crawford e Vladan Joler, che hanno analizzato graficamente l'anatomia di Echo, l'AI domestica di Amazon, sezionando l'oggetto e compilando una mappa che dà il senso della complessità dell'argomento trattato.

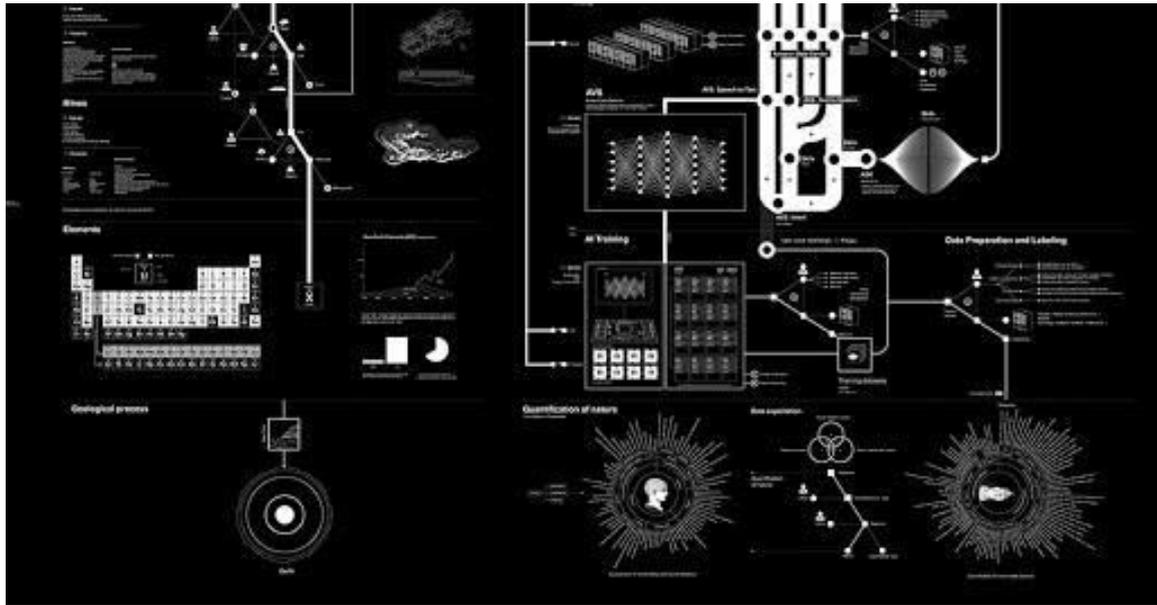


Figure 84 Kate Crawford e Vladan Joler - Anatomy of an AI System.

Alla SISSA, i ricercatori Nicoletta Krachmalnicoff e Alessio Ansuini si lavorano con queste tecnologie e si sono dimostrati molto interessati a poter collaborare in un progetto artistico di divulgazione scientifica.

AREA SCIENCE PARK

Da 40 anni l'Area Science Park è un ente nazionale di ricerca e innovazione che lavora in progetti interdisciplinari che connettono la ricerca scientifica alle imprese e promuove le collaborazioni tra il mondo pubblico e il privato. AREA è diventata un valido incubatore di STARTUP, e ben 14 realtà di questo tipo sono ad oggi in fase di sviluppo all'interno dei campus.

I campus di Area Science Park coprono 80.000 metri quadrati di superfici attrezzate per attività di ricerca e sviluppo, dislocati sul Carso triestino a Padriciano e Basovizza. Tra gli 8 centri di ricerca che operano in AREA abbiamo avuto modo di visitare ICGEB (International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology) e ELETTRA SINCROTRONE.

ICGEB

L'International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology è un istituto internazionale molto importante all'interno del Sistema Trieste. Vi si studiano genetica, biotecnologia mediche e industriali, microbiologia vegetale e malattie infettive. La mia visita al centro è stata guidata da Suzanne Kerbavcic, la responsabile della comunicazione, che si è dimostrata entusiasta di poter parlare di progettualità interdisciplinari con soggetti facenti parte del mondo artistico.

Molti progetti di ArtScience coinvolgono l'ambito della microbiologia, della biotecnologia e della genetica, sia dal punto di vista sperimentale, utilizzando quindi le tecniche e gli strumenti propri di queste ricerche scientifiche, sia dal punto di vista teorico e critico, evidenziando cioè le controversie e gli aspetti etico-morali che l'ingegneria genetica ha sollevato. Alcuni artisti hanno abbracciato i risultati ottenuti dalla scienza che cerca di comprendere e modellare la natura. Altri hanno invece usato l'arte per investigare il lato oscuro che l'esuberanza scientifica si trova ad affrontare, attraverso decostruzioni del linguaggio scientifico e delle basi su cui la scienza si appoggia per esprimere concetti e operare.

La nostra civiltà è stata impegnata nell'ingegneria genetica per molto tempo: botanici e allevatori hanno propagato piante e animali per scopi utilitari ed estetici. Anche se l'allevamento non ispira le stesse paure della bioingegneria (forse perché coinvolge interi organismi), genera lo stesso delle controversie, mettendo in discussione, ad esempio, il principio del dominio umano sulle altre specie. Dalla selezione di linee genetiche di animali mediante allevamento e cercare di agire con la bioingegneria per migliorare la specie umana, il passo è breve. Nella sua forma moderna attraverso le biotecnologie, l'allevamento ha acquisito traguardi straordinari: clonazione, manipolazione mirata di tratti specifici di DNA e incrocio di specie diverse. Ma chi ha il diritto di decidere quali tratti sono desiderabili e quali no?

"Species Reclamation" è un progetto dell'artista Brandon Bellengée che si inserisce all'interno di questi aspetti controversi. Per evidenziare la tragedia del degrado

ambientale e dell'eradicazione delle specie causata dall'attività umana, Bellengée si concentra sulla "resurrezione" di *Hymenochirus curtipes* (rana del Congo), una specie di rana che potrebbe essere estinta. L'installazione consiste in una serie di fotografie che documentano la selezione di alcune specie di rane che potrebbero portare i geni della rana estinta e i tentativi degli esperimenti effettuati.



Figure 85 Brandon Bellengée - Species Reclamation.

La clonazione è un argomento che ha sollevato molte domande, specialmente la possibilità di replicare un altro essere umano, magari per dar vita a copie di sé stessi che possano garantire un eventuale sicuro trapianto di organi. Molti governi hanno proibito la ricerca sulla clonazione umana per ragioni etiche.

Un progetto artistico di Citizen Science indaga tra genetica e ambiente: Natalie Jeremijenko e l'organizzazione One Trees hanno creato un migliaio di alberelli clonati con identica composizione genetica; gli alberelli sono stati quindi dati a cittadini volontari per piantarli in ambienti diversi in modo che le influenze relative della natura e dell'ambiente culturale circostante potessero essere monitorate.



Figure 86 I cloni creati da Natalie Jeremijenko e One Trees nel 2003.

L'avvento dell'ingegneria genetica e di un metodo molto più rapido e meno costoso di manipolare il DNA cellulare ha aperto nuovi spazi per la sperimentazione, sia scientifica sia artistica. I sostenitori della comunità scientifica prevedono grandi progressi nel cambiamento delle sequenze genetiche nei cromosomi che controllano l'ereditarietà. I critici notano, tuttavia, che gli scienziati possono sottovalutare la loro mancanza di conoscenza, essere devianti dalla motivazione del profitto e spostarsi in campi controversi come il cibo geneticamente modificato e la brevettazione di nuovi organismi. Alla base di queste preoccupazioni c'è la ben nota paura di Frankenstein.

Eduardo Kac e Joe Davis sono due artisti che utilizzano la provocazione come metodo non convenzionale per veicolare messaggi. D'altronde la libertà dalle convenzioni è proprio una delle peculiarità che l'arte può apportare alla ricerca scientifica.

Il progetto "Genesis"⁷⁰ di Kac, commissionato da ArsElettronica del lontano 1999, sfrutta la possibilità di modificare il DNA dei batteri E. coli al fine di trasportare messaggi. Un progetto pionieristico dato che il concetto di inserire messaggi (come fotografie) nel codice genetico è ora una disciplina scientifica convalidata. Uno studio pubblicato sulla rivista Nature dimostra come la tecnica CRISPR possa essere utilizzata per inserire nel DNA di E. Coli un film della serie Human and Animal Locomotion del fotografo britannico Eadweard Muybridge⁷¹.

Il progetto di Kac indaga molto più a fondo il concetto di specie dominante: nello stesso spazio espositivo coesistono un estratto dal libro della Genesi che

stabilisce il dominio dell'uomo sulle altre specie, la trascrizione di questo testo in codice genetico (utilizzando quindi le lettere ACTG) e un microscopio collegato ad un proiettore, che amplifica la visione di una coltura batterica di E. Coli. Il DNA della colonia batterica è stato geneticamente modificato per contenere la sequenza codificata del passo biblico. Attraverso un collegamento ad internet, i visitatori in remoto possono accendere una luce UV diretta alla coltura batterica, causandone così delle mutazioni genetiche. Il codice genetico così modificato è stato poi ritradotto in una nuova versione delle parole della bibbia, ponendo così l'accento sul dominio della bioingegneria.

Il progetto ha un impatto comunicativo davvero forte, oltre che essere un piacevole spazio aperto al pubblico da poter installare in un luogo di divulgazione scientifica del Sistema Trieste, come Trieste Next o l'Immaginario Scientifico.

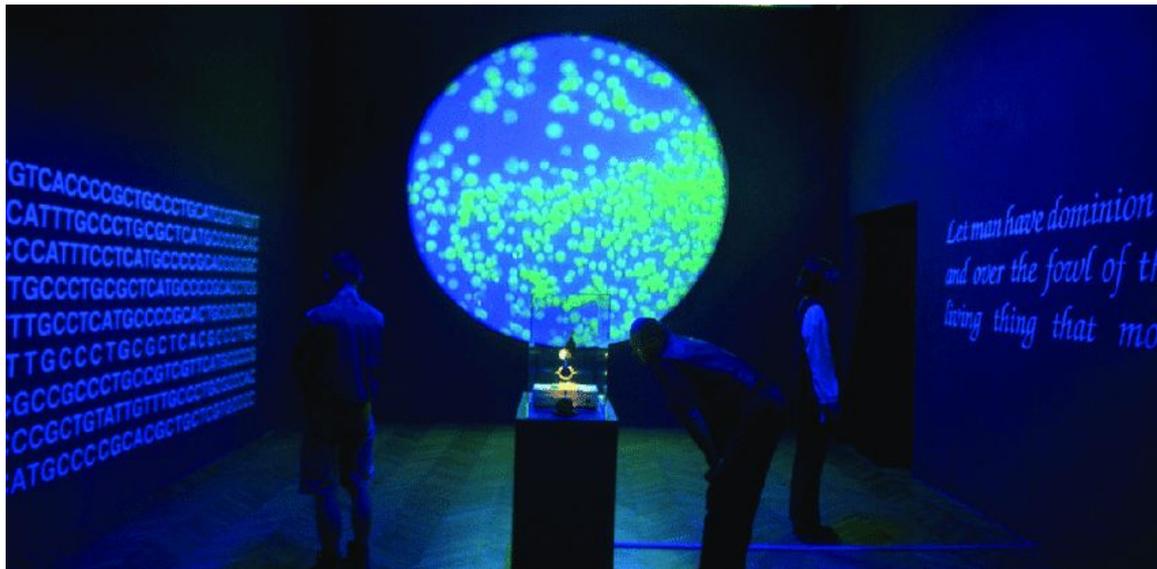


Figure 87 Eduardo Kac – Genesis, Ars Electronica 1999.

Un movimento più recente invece è composto da artisti che hanno imparato alcune tecniche scientifiche in modo da poter operare in autonomia: nascono così i laboratori di bio-hacking, luoghi dove poter liberamente impostare la propria linea di ricerca di bio-art senza il bisogno di un'istituzione scientifica d'appoggio. Un mondo di biotecnologie "fai da te" che certo, esprime una libertà personale non soggetta a leggi politiche e di mercato, ma che possiede allo stesso modo un lato controverso e pericoloso per la salute umana.

Un ambiente internazionale e prestigioso come ICGEB potrebbe essere un incubatore di progetti e ricerche di ArtScience.

Un possibile spunto sono, anche qui, i dati che l'istituto di ricerca produce: molto interessanti infatti sono le fotografie di cellule miocardiche scattate attraverso uno strumento chiamato *High Through Put Screening*, che grazie a tre lampade di colore diverso, riesce ad differenziare nucleo e citoplasma cellulare, creando dei pattern fotografici esteticamente interessanti, che attraggono anche un occhio non esperto.



Figure 88 Fotografie di cellule miocardiche realizzate con la tecnica High Through Put Screening.

Una parte della ricerca effettuata all'ICGEB riguarda il sequenziamento del DNA e altre operazioni di ingegneria genetica. Strumenti come la PCR (Polymerase Chain Reaction) sono utilizzati per moltiplicare (amplificare) frammenti di acidi nucleici dei quali si conoscono le sequenze nucleotidiche iniziali e terminali. La gel-elettroforesi è una tecnica classicamente utilizzata per analizzare e separare acidi nucleici. Questa tecnica sfrutta le cariche presenti nelle molecole di DNA o RNA (caricate negativamente) per farle migrare, in un campo elettrico, attraverso un gel di agarosio. Alcune di questi macchinari sono ormai di vecchia generazione e, seppur funzionanti, vengono stipati in appositi magazzini. Molti artisti hanno saputo usare questa tecnica per le proprie produzioni e allo stesso modo gli strumenti ormai obsoleti in possesso dell'ICGEB potrebbero essere riciclati per nuovi progetti artistici.

In un progetto di Paul Vanouse il processo di gel-elettroforesi è stato manipolato per produrre una specifica immagine programmata. Il progetto mette in dubbio l'obiettività del processo utilizzato dagli scienziati, scegliendo enzimi e dimensioni dei frammenti di DNA che sarebbero stati spostati alla distanza appropriata per creare l'immagine desiderata. Dal punto di vista comunicativo questo potrebbe essere un modo divertente di spiegare la tecnica di gel elettroforesi anche a un pubblico di studenti.

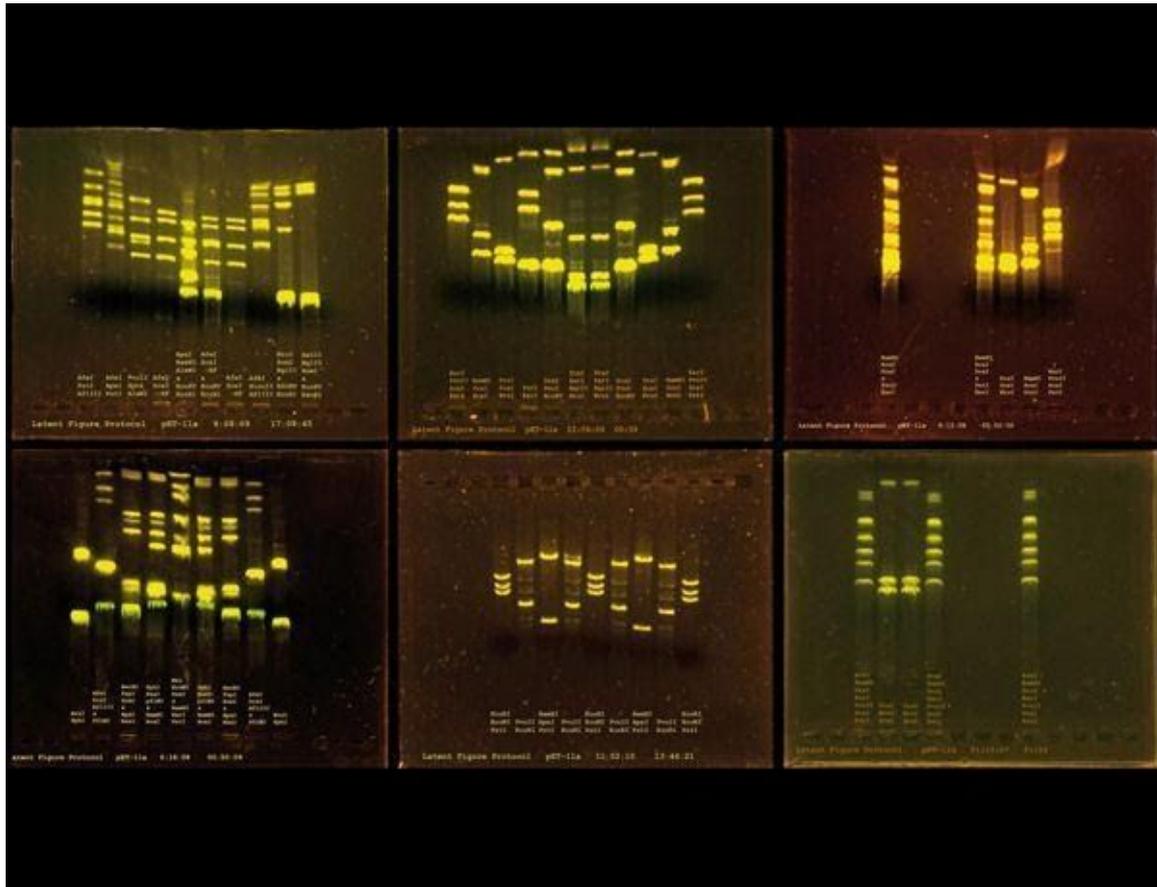


Figure 89 Paul Vanouse – Latent Figura Protocol, 2003. Il processo di gel-elettroforesi è stato manipolato per produrre una specifica immagine programmata.

La tecnica gel elettroforesi può essere vista anche come una scultura cinetica, come ha fatto Justine Cooper con la sua lampada Lamina. Il gene ACE, reputato responsabile delle abilità atletiche di un individuo, è stato sezionato e diviso attraverso l'elettroforesi e il pattern che disegna sul gel è stato utilizzato come ornamento per questa lampada "personalizzata": infatti il gene ACE in questo caso apparteneva alla persona che ha commissionato il lavoro.

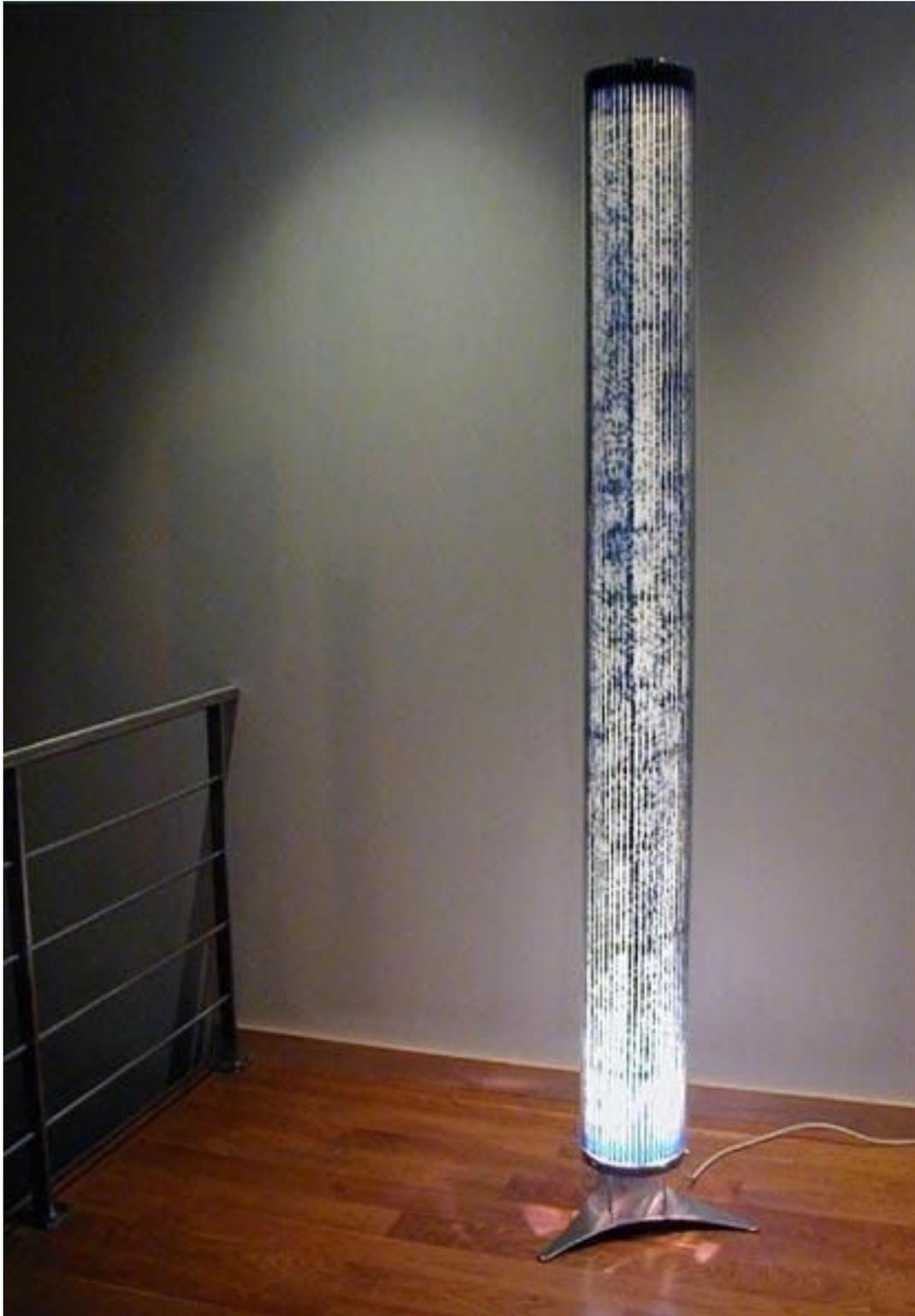


Figure 90 Justine Cooper – Lamina lamp.

ELETTRA SINCROTRONE

I rapporti con Elettra si sono tenuti grazie all'incontro con Andrea Lausi, responsabile della comunicazione e la dottoressa Francesca Genuzio, che lavora ad alcune delle diverse linee di luce utilizzabili al sincrotrone.

Purtroppo non abbiamo avuto modo di approfondire i potenziali aspetti artistico-scientifici di questa realtà internazionale, ma di certo un modo per interagire risiede nello sfruttare dell'enorme quantità di dati che vengono prodotti dal sincrotrone. L'analisi dei materiali attraverso il bombardamento con luce produce sia dati numerici che fotografici, che potrebbero essere manipolati, visualizzati e resi "esteticamente interessanti" da una misurata residenza artistica nei laboratori di Elettra.

Residenze di questo tipo sono ormai frequenti al CERN di Ginevra, dove dal 2011 si realizzano progetti di ArtScience che implementano la divulgazione scientifica del centro di ricerca. Grazie ad "Arts at CERN" artisti selezionati attraverso un processo competitivo trascorrono del tempo presso i laboratori, lavorando assieme a scienziati e ingegneri. Queste straordinarie collaborazioni hanno visto fiorire alcune creazioni davvero eccezionali che ricoprono una vasta gamma di forme d'arte.

In particolare la mostra "Quantica" del 2018 si propone di fornire le chiavi per comprendere i principi della fisica fondamentale, e lo fa attraverso il lavoro creativo congiunto di artisti, scienziati ed educatori.

Altra esposizione importante è stata "Broken Symmetries", che riunisce artisti che mirano a comprendere e mettere in discussione il mondo fisico, navigando nelle mutevoli realtà della scienza moderna.

Per questa mostra sono stati realizzati molti lavori audiovisivi, dei documentari o cortometraggi. In particolare il lavoro della coppia di artisti Semiconductor "*The View from Nowhere*" offre un'osservazione etnografica delle pratiche, tecniche e linguaggi sviluppati dagli scienziati del CERN, rivelando la ricca multiculturalità del centro di ricerca. La loro esplorazione solleva molteplici domande: come fanno gli scienziati a concettualizzare e organizzare la realtà; qual è il nostro punto di vista, come osservatori; o come fa la scienza a mediare la natura? Il film rivela la costante ricerca della comprensione della natura da parte di chi lavora al CERN. Raccontare la scienza significa anche raccontare gli scienziati e i luoghi da essi frequentati, la loro visione del mondo, i loro sogni e le loro paure. Un documentario è un potente mezzo audiovisivo da sfruttare in tal senso.

Un lavoro scultoreo imponente e molto particolare è CASCADE di Yunchul Kim, che dal punto di vista visivo ha un impatto davvero notevole. L'artista esplora la materia catturando i pattern disegnati dai muoni, particelle subatomiche caricate elettricamente che si formano nella parte alta della nostra atmosfera. L'installazione è composta da tre elementi attivi: un rivelatore di muoni, un complesso assemblaggio di pompe e una disposizione di tubi attraverso i quali scorre un fluido. Quando vengono rilevati i muoni, si attiva una luce, e le pompe collegate innescando il movimento di un fluido viscoso attraverso il sistema scultoreo. Le sculture di Yunchul Kim sono misteriosamente belle: non solo visualizzano un esperimento cinetico, ma creano anche un organismo vivente che

interagisce con il suo ambiente, innescato dalla rilevazione di queste particelle invisibili e fondamentali.



Figure 91 Yunchul Kim – CASCADE.

Questo intervento artistico ci permette di sottolineare come anche nel Sistema Trieste ci siano le risorse per poter inventare nuove forme di comunicazione della scienza attraverso linguaggi artistici. Il rivelatore di muoni, infatti, è uno strumento piccolo e molto semplice che troviamo allo SciFabLab di Trieste, localizzato all'interno dell'ICTP, International Center of Theoretical Physics.

Una mirata residenza artistica o semplicemente un progetto studiato ad hoc assieme ad una mente artistica potrebbero trasformare uno strumento funzionale ma scarno in un sistema con effetto visivo molto più impattante per avvicinare un pubblico di non addetti ai lavori. Già largamente in uso invece la trasformazione di segnali di particelle in suoni musicali, in mostra anche a Trieste all'interno dello spazio Città della Conoscenza.^{72,73}

ARPA

L'ARPA FVG è una realtà molto attiva in Regione, e si occupa di monitorare l'ambiente e il territorio attraverso analisi dall'aria, dell'acqua e del suolo.

Il responsabile della comunicazione, Paolo Fedrigo, ha molto a cuore la divulgazione scientifica attraverso la produzione cinematografica di documentari con focus su varie problematiche del territorio.

Il Laboratorio Regionale di Educazione Ambientale (LaREA) è alla continua ricerca di nuove forme di apprendimento e sensibilizzazione sulle tematiche ambientali. È stato creato a tal proposito il sito mediatecambiente.it, dedicato a progetti, sperimentazioni e novità che riguardano l'educazione ambientale attraverso l'utilizzo dei linguaggi audiovisivi. LaREA cura anche una sezione del film festival di fantascienza Science+Fiction di Trieste dedicate a temi ambientali e al futuro del Pianeta.

Molti artisti hanno realizzato progetti attenti all'ecologia e ai comportamenti che mettono in pericolo il futuro della Terra. L'inquinamento è uno degli aspetti più problematici che affliggono la nostra società e spesso la scienza è ricorsa a metodi di divulgazione artistici per tentare di sollevare il problema e renderlo comprensibile e visibile dalla maggior parte della popolazione. Non ci soffermiamo a citare i moltissimi esempi cinematografici e letterari attenti alle conseguenze del comportamento sconsiderato dell'uomo sulla Terra, ma riportiamo delle interpretazioni artistiche del problema di forte impatto sul pubblico.

"Revival Field" di Mel Chin è un progetto che coinvolge il Walker Art Center in Minnesota e il Ministero dell'Agricoltura statunitense. Chin e il suo collaboratore, lo scienziato Rufus Chaney, hanno selezionato sei specie di piante in grado di assorbire dei metalli pesanti presenti nel suolo, come Cadmio e Zinco. In questo modo, piantando queste specie il progetto artistico-scientifico è riuscito a detossificare una determinata area rurale dal 1991 ad oggi.



Figure 92 Mel Chin e Rufus Chaney – Revival Field.

Thijs Biersteker è riuscito a trattare il tema dell'inquinamento dovuto al consumo di plastica attraverso un'installazione molto semplice, ma nello stesso tempo efficace. Si tratta di una vasca di acqua nera sotto la quale sono nascosti dei rifiuti di plastica. All'avvicinarsi di una persona alla vasca, degli stantuffi si attivano e fanno emergere la plastica in superficie in modo da seguire la sagoma della persona. Vedere il riflesso della propria immagine su uno specchio d'acqua è un'esperienza che abbiamo provato tutti; nell'installazione di Biersteker però, il nostro riflesso è fatto di plastica e di rifiuti.

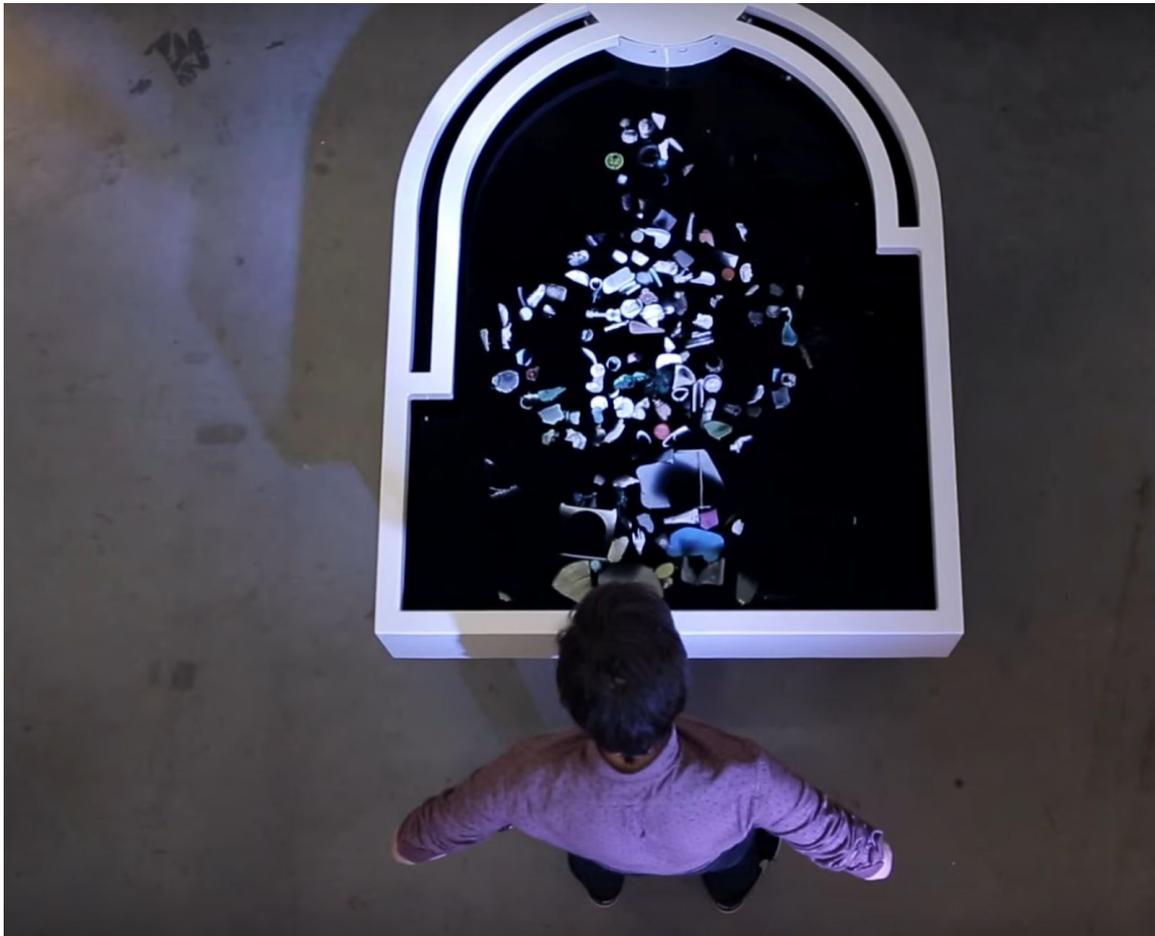


Figure 93 Thijs Biersteker – Plastic Reflectic, 2016.

Tramite Paolo Fedrigo sono riuscito ad avere il permesso di imbarcarmi in una nave ARPA durante un giro di campionature e raccolta dati nel golfo di Trieste. In particolare il mio scopo era capirne di più sull'inquinamento acustico sottomarino, per poter poi realizzare un'installazione artistica a scopo divulgativo del problema. Da 10 anni da Antonio Codarin di ARPA registra questi suoni con il suo idrofono. Il reperimento di tale materiale acustico è sotto studio per la realizzazione di un'installazione sonora per il festival culturale "DobiaH20" di DobiaLab, associazione culturale con sede a Dobbia, Staranzano. Il festival ha come focus il percorso dell'acqua in FVG nell'antropocene, ovvero i luoghi modificati dall'uomo per poter utilizzare la risorsa idrica per i propri scopi.

OGS

La visita all'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste si è trasformata in un periodo di raccolta di immagini al microscopio, vista la generosa disponibilità degli scienziati che abbiamo incontrato.

Marina Cabrini è la coordinatrice del reparto di biologia marina ed è appassionata di diatomee, organismi monocellulari con una struttura esoscheletrica di silicio, che assumono forme davvero molto belle.

L'incontro con questi microorganismi ci ha fatto scoprire un mondo incredibilmente vario di forme e colori, molto interessante per eventuali interventi artistici in loco.

Un lavoro davvero minuzioso è rappresentato dai quadri fotografici di Klaus Kent, specialista nell'arrangiare le diatomee al microscopio per creare composizioni che raccontano la bellezza di queste creature marine attraverso un immaginario naturale che raggiunge la perfezione⁷⁴.

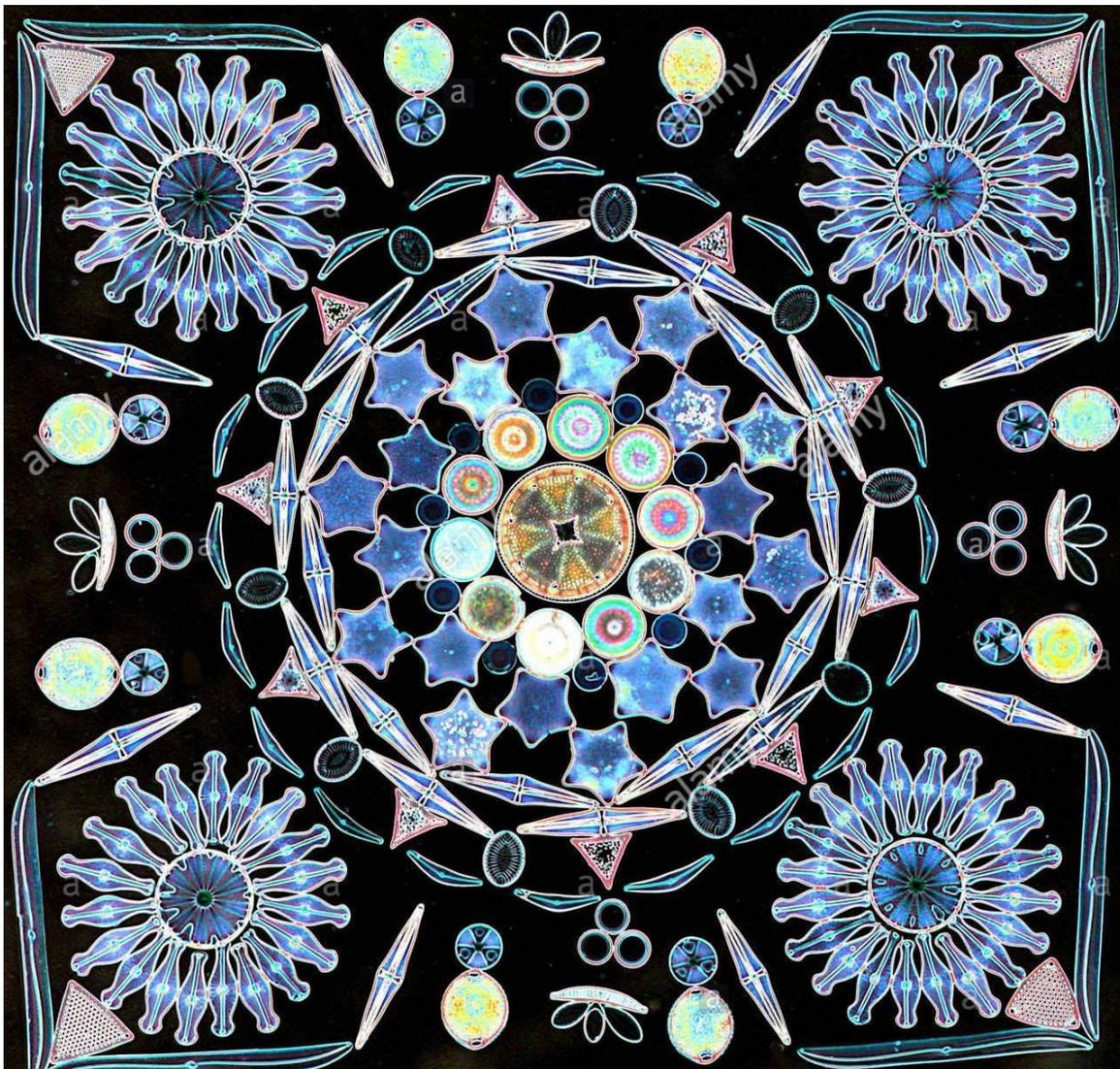


Figure 94 Klaus Kent – The Diatomist

Alfred Beran dirige il laboratorio di biologia marina e si occupa di plancton e microorganismi monocellulari, come le bellissime diatomee. Durante diverse sessioni Alfred ci ha fatto utilizzare il microscopio e ci ha messo a disposizione dei campioni da analizzare: sono stati registrati quindi dei video successivamente utilizzati per proiezioni di live visuals con dj-set curato dall'associazione Dobialab, in occasione della Notte dei Ricercatori 2019 a Trieste, nella cornice della bellissima terrazza sopra il Museo Revoltella a Trieste.

Un archivio molto importante curato dall'OGS è il CoSMi, la collezione di microorganismi marini che raccoglie numerose specie di eucarioti unicellulari, autotrofi ed eterotrofi, riconducibili prevalentemente ai macro gruppi delle diatomee, dei flagellati e dei ciliati. La missione di CoSMi, collezione avviata nel 1990, è isolare, identificare (a livello tassonomico e genetico) e coltivare microorganismi marini per renderli disponibili alla comunità scientifica e al mondo dell'industria alimentare, farmaceutica, nutraceutica e dell'energia. La collezione è messa a disposizione di istituti italiani e stranieri e supporta la parte sperimentale di tesi di laurea e di dottorato di ricerca: allo stesso modo si potrebbe aprire questo enorme archivio a progetti artistici per la comunicazione della ricerca in biologia marina.

MUSEO DI STORIA NATURALE

La visita a questo museo è stata effettuata già nel 2018 in occasione di un lavoro audiovisivo sviluppato durante le lezioni del Master in Comunicazione della Scienza della SISSA. Il museo è tra i più antichi d'Italia (fondato nel 1846) e contiene reperti unici al mondo, come il più grande e completo dinosauro italiano, e la mandibola umana di oltre 6.400 anni in cui è visibile un'otturazione dentale praticata con la cera d'api.

La stanza che ospita l'anfiteatro degli scheletri è quella che colpisce di più il visitatore: scheletri di pappagalli e pipistrelli della frutta, un toro, un canguro, un esotico varano e molti altri circondano il visitatore, osservandolo dall'alto dei gradini. Nella stanza accanto, imponenti, si stagliano altri scheletri, molto più grandi: i giganti del mare (balene, delfini, capodogli) e i pachidermi.

L'olandese Christiaan Zwanikken ha ricevuto riconoscimenti internazionali attraverso le sue sculture cinetiche e meccaniche: opere sonore, installazioni performative e reattive. Utilizzando una varietà di media scultorei, robotica, biologia, microcontrollori e suoni, il suo lavoro è sia un esperimento artistico che tecnologico in cui l'innovazione e l'invenzione giocano un ruolo importante. Tra le sue creazioni troviamo appunto l'utilizzo di scheletri e animali imbalsamati presenti nei musei, come nel progetto di danza "Exoskeletal". Potrebbe essere questo uno spunto per far lavorare assieme il Museo di Storia Naturale e esperti di robotica e intelligenza artificiale presenti in Regione.



Figure 95 Christiaan Zwanikken e una delle sue sculture robotiche.

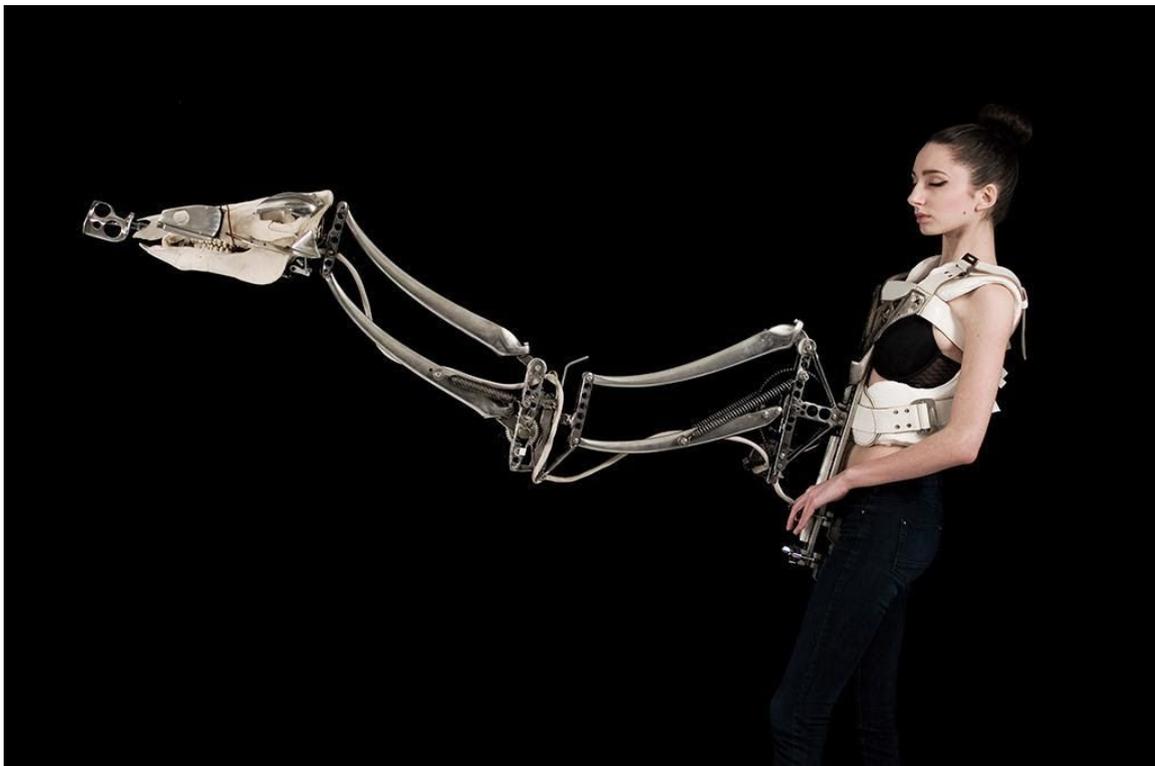


Figure 96 Christiaan Zwanikken – Exoskeletal, performance di danza.

L'allora direttore del Museo, Nicola Bressi, ci tenne una lezione molto intrigante sulle specie aliene invasive: trattasi di piante non autoctone arrivate sul Carso triestino, potenziali minacce per l'ecosistema locale.

Ispirato da questa situazione locale (ma che trova molti riferimenti simili a livello globale) è stata proposta alla SISSA un'installazione artistica per raccontare il problema delle specie invasive. Il progetto si chiama "Music from Alien Species" e sarà un'installazione interattiva. Grazie ad un circuito realizzato con Arduino è possibile far emettere suoni alle piante attraverso il tocco di foglie e fusti con la mano. Un trucco estetico che di per sé non ha nulla di scientificamente rilevante, ma che se inserito in un contesto scientifico come la divulgazione del problema delle specie aliene invasive del territorio FVG, allora può diventare uno stratagemma artistico interessante, funzionale e coinvolgente.

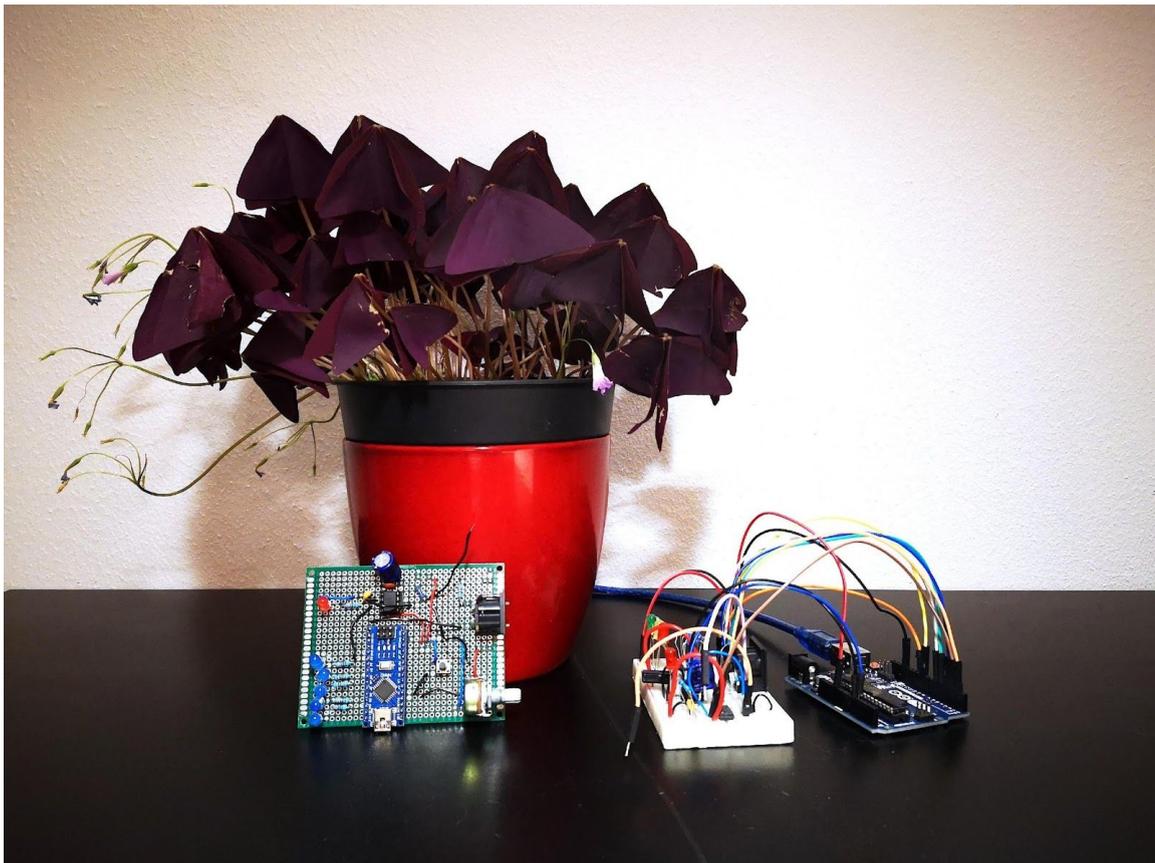


Figure 97 Il prototipo per l'installazione "Music from alien species".

CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi si è iniziato un percorso di analisi del Sistema Trieste per proporre di potenziare un già organizzato ed efficace sistema di comunicazione scientifica attraverso un'altrettanta organizzata ed efficace metodologia che utilizza il linguaggio artistico come mezzo di supporto alla comunicazione della scienza.

Grazie alle visite e ai sopralluoghi effettuati all'interno di alcuni degli istituti scientifici del Sistema Trieste, quali SISSA, AREA SCIENCE PARK, ELETTRA SINCROTRONE, ARPA, OGS, IMMAGINARIO SCIENTIFICO, SCIFABLAB, MUSEO DI STORIA NATURALE, sono stati individuati vari metodi di ricerca, strumenti e luoghi che potrebbero essere utilizzati in progetti di collaborazione con artisti. Lo scopo è sviluppare progetti di ArtScience per comunicare alla cittadinanza il lavoro di ricerca svolto nei vari istituti coinvolti o all'interno di un Terzo Spazio da individuare e coordinare.

Gli scienziati che abbiamo incontrato si sono dimostrati molto disponibili ed interessati allo sviluppo di questi progetti ibridi e transdisciplinari, specialmente se si tratta di azioni che possono essere di supporto per la divulgazione della ricerca scientifica praticata nel loro istituto.

Abbiamo ritenuto opportuno riportare vari esempi di progetti di ArtScience già realizzati in Europa e nel Mondo, allo scopo di individuare i principali attori protagonisti in questo campo, come ArsElectronica, Art at CERN e il Science Center di Dublino, il Leonardo Journal e MIT Media Lab. Allo stesso modo sono stati individuati i canali europei che investono fondi per l'attivazione di progetti multidisciplinari all'interno del programma STEAM, Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics, come il progetto ST+ARTS supportato dalla Commissione Europea, impegnato nello sviluppo di collaborazioni ibride tra Scienza, Tecnologia e Arte.

Sono stati inoltre riconosciuti diversi progetti attivati sul territorio, che già fanno parte del mondo ibrido tra arte e scienza: sarebbe interessante poterli raccogliere sotto a uno stesso "cappello", formando un gruppo di lavoro che curi, gestisca e cataloghi tutta la divulgazione scientifica attraverso linguaggi artistici all'interno del Sistema Trieste.

Un lavoro successivo a questa tesi potrebbe essere quello di analizzare l'ambiente d'impresa e industriale presente in Friuli Venezia Giulia, nell'ottica di renderlo partner di progetti dove l'arte si mescola alla tecnologia in una sinergia a servizio dei cittadini.

Questo lavoro si propone infine di fornire esempi pratici per costruire una relazione stabile tra le scienze, le tecnologie e le arti nel Sistema Trieste. Tale relazione potrebbe essere seguita e gestita da un'unica entità esterna ai vari istituti, in grado di connetterli tra loro e di creare progetti interdisciplinari a vantaggio della comunità scientifica.

È auspicabile creare un ambiente di lavoro interdisciplinare, un terzo luogo, dove le arti sono orientate alla comunicazione delle scoperte scientifiche, ma anche come evidenziatori delle criticità e dei problemi etici che la scienza è costretta ad affrontare, nel suo incessante incedere. Un modo quindi per avvicinare il metodo scientifico alla cittadinanza composta dai più diversi pubblici, e un modo avvincente e coinvolgente per raccontare del futuro della nostra società, sempre più a stretto contatto con le nuove tecnologie e con le conseguenze che esse comportano.

INDICE DELLE IMMAGINI

- Figure 1 Diagramma a cono delle proiezioni future, derivato dal Voroscope del 2003 e adattato alla visione collaborativa tra ricerca scientifica, industria e arte p.5
- Figure 2 *Operation Greenhouse*, Enewetak Atoll, 1951. Pubblico con occhiali protettivi assiste a test nucleare p.8
- Figure 3 Pubblico che assiste a test nucleari in Nevada USA p.9
- Figure 4 Earthrise: la fotografia della Terra e di parte della superficie lunare scattata dall'orbita lunare dall'astronauta William Anders il 24 dicembre 1968, durante la missione Apollo 8 p.11
- Figure 5 Il zoopraxiscopio di E. Muybridge con accanto il disco ruotante raffigurante le immagini da animare p.13
- Figure 6 Il Clavilux di Thomas Wilfred, molto prima dell'animazione al computer, prima degli spettacoli laser p.14
- Figure 7 Uno dei lavori di *Cinechromatic* di Abraham Palatnik p.15
- Figure 8 La figura apparentemente sospesa di Turrell, generata tramite proiettore e due pareti bianche p.15
- Figure 9 La Standing Wave di Naum Gabo creata nel 1919 p.17
- Figure 10 Modello di organizzazione di un sistema adattivo, di N. Wiener 1948 p.19
- Figure 11 VODER, la prima macchina in grado di riprodurre la voce umana, di Homer Dudley p.20
- Figure 12 Charlotte Moorman durante la performance TV Cello ideata da Nam June Paik p.24
- Figure 13 TV Buddha, una video installazione raffigurante una statua di Buddha che osserva la propria immagine p.25
- Figure 14 *Magnet TV*, un primo esempio dei diversi "televisori preparati" di Nam June Paik p.26
- Figure 15 Il Video-Wall di Paik, raffigurante la bandiera americana p.26
- Figure 16 A sinistra, una mano ripresa e visualizzata attraverso la tecnica TV Scanning ideata dai Vesulka's. A destra, Aldo Tambellini durante un suo workshop a NY p.27
- Figure 17 L'installazione *Wipe Cycle* di Frank Gillette e Ira Schneider p.27
- Figure 18 Una foto della mostra Cybernetic Serendipity a Londra nel 1968 p.28
- Figure 19 La scultura elettro-idraulica *SAM* di Edward Ihnatowicz p.29
- Figure 20 Alcune foto delle forme create con tecnica oscillografica per l'installazione Sidebands p.30
- Figure 21 *Forget-me-not*, il computer della Honeywell-Emett p.31
- Figure 22 Una schermata di *The Web Stalker*, un browser creato dagli artisti Matthew Fuller, Simon Pope, Colin Green p.34
- Figure 23 Aram Bartholl: un network chiuso per eccellenza, memorie USB all'interno di muri sparsi in diverse città p.35
- Figure 24 Keep Alive, un focolare che al momento in cui viene acceso alimenta un router offline contenente diversi files e informazioni p.35
- Figure 25 The Transparency Granate, una vera e propria arma artistica, sviluppata da Julian Oliver per affrontare le questioni di trasparenza dei dati personali p.36

Figure 26 No Network, il jammer di rete a forma di carro armato sviluppato da Julian Oliver p.37

Figure 27 Joy Buolamwini in una foto del suo progetto The Aspire Mirror p.39

Figure 28 Memo Atken, un frame del progetto *Learning to See* del 2017 p.39

Figure 29 I vestiti IoT indossati dai ballerini per Human Sensor LDN p.41

Figure 30 L'architettura interattiva IoT a Seoul, che risponde ai dati raccolti sulla qualità dell'aria nei quartieri della città p.42

Figure 31 L'installazione meccanica regolata da tecnologie IoT Articulated Surface, basata sui dati raccolti dal bacino del fiume Atchafalaya p.42

Figure 32 Un sistema di Natural Fuse collegato, in questo caso, a una lampada da tavolo p.43

Figure 33 Il Terzo Spazio, intersezione di Arte, Scienza e diversi Pubblici p.49

Figure 34 Attività dell'ArsElectronica Center a Linz, Austria p.50

Figure 35 Ryoji Ikeda, "Supersymmetry". Risultato di una residenza artistica tra il 2014 e il 2015 al CERN di Ginevra p.52

Figure 36 I Quattro pilastri del modello educativo STEAM p.57

Figure 37 The Global Goals for Sustainable Development p.61

Figure 38 Tutti i Global Goals nella suddivisione del Stockholm Resilience Centre p.62

Figure 39 Ulteriore suddivisione dei Global Goals da parte di Mariana Mazzucato, professoressa di Economics of Innovation and Public Value alla University College di Londra p.63

Figure 40 IndaPlant Project di Elizabeth Demaray 2014 p.67

Figure 41 Aerocene Project di Tomas Saraceno e Aerocene Foundation p.68

Figure 42 Aero Solar, un progetto di museo volante p.69

Figure 43 Le varie collaborazioni europee del progetto SySTEM2020 p.70

Figure 44 Chris Henschke – Hypercollider 2004 p.71

Figure 45 Adam Nieman – Space Signpost, una combinazione tra scultura e tecnologia, Bristol UK p.72

Figure 46 NASA progetto di Citizen Science "Planet Hunters TESS" p.73

Figure 47 Rupert Cox, Angus Carlyle & Kozo Hiramatsu – KIATSU, AirPressure p.74

Figure 48 Maria Phelan – Kiss Culture, 2009 p.75

Figure 49 Beatriz da Costa, Cina Hazegh e Kevin Ponto – Pigeonblog 2006-08 p.76

Figure 50 Alba, il coniglio GFP creato da Eduardo Kac p.77

Figure 51 Critical Art Ensemble – Cult of the New Eve, 2000 p.78

Figure 52 Tim Wainwright & John Wynne – Transplant & Life, 2017 p.79

Figure 53 Oron Catts & Ionat Zurr – Disembodied Cousine, 2003 p.80

Figure 54 Oliver Kunkel – Mosquitobox, 2003 p.81

Figure 55 Greg Dunn – Self-Reflected, 2016 p.82

Figure 56 Il lavoro di Wolfgang Burtscher assieme agli scienziati Magdalena Nagler, Judith Ascher, María Gómez-Brandón e Heribert Insam, 2016 p.83

Figure 57 Charles Csuri, pioniere della digital art p.84

Figure 58 Il ritratto generato da un robot venduto all'asta per 400.000 dollari p.85

Figure 59 Il granello di sabbia forato da Dan Goods in Big Playground p.86

Figure 60 La stanza piena di sabbia che rappresenta l'insieme delle galassie dell'Universo. Dan Goods – Big Playground p.87

Figure 61 Refik Anadol – Melting Memories, realizzato con il Neuroscape Lab di San Francisco, 2017 p.88

Figure 62 Center for Biofilm Engineering e Montana State University School of Art – Bioglyphs, 2002 p.89

Figure 63 Ryoji Ikeda – X-Verse, installazione audiovisiva presentata alla Biennale di Venezia nel 2019 p.89

Figure 64 Douglas Easterly e Matthew Kenyon – Spore 1.1, 2004 p.90

Figure 65 Tentativo di registrazione EEG del 1920 di Hans Berger p.95

Figure 66 Alvin Lucier durante la sua performance Music for Solo, 1965 p.96

Figure 67 Lisa Park – Eunoia II EEG performance 2014 p.96

Figure 68 Lia Chavez - The Octave of Visible Light: A Meditation Nightclub, 2015 p.97

Figure 69 Alberto Novello - (un)focused, 2015 p.97

Figure 70 Francesco Scarel e Alessandro Fontana – Brain Particles, 2020 p.98

Figure 71 Pierre Huyghe – Uumwelt, 2018 p.99

Figure 72 Shen G, Horikawa T, Majima K, Kamitani Y (2019) Deep image reconstruction from human brain activity p.99

Figure 73 Colorazione di cellule dell'epitelio olfattivo di topo nel laboratorio prof. Menini p.101

Figure 74 Tedd Davis – Xyscope open source project p.102

Figure 75 Shojiro Nakaoka – Image club p.102

Figure 76 Dati di elettrofisiologia salvati in VHS nei laboratori della prof. Menini in SISSA p.103

Figure 77 Crescita di neuroni in vitro dai laboratori di ricerca del prof. Vincent Torre p.103

Figure 78 Stelarc – Muscle Machine, un sistema ibrido uomo-macchina, alimentato pneumaticamente mediante attuatori muscolari, Londra 2003 p.105

Figure 79 Stelarc – The Third Hand, completata nel 1980 a Yokohama, Giappone p.105

Figure 80 *Two Friends with Potted Plant* (1991), 72x54 inches, oil on canvas. AARON ha generato questa opera d'arte e l'ha mostrata sul monitor di un computer. È stata creata una diapositiva del disegno, proiettata su una tela e completata a mano p.106

Figure 81 João Martinho Moura – How Computers Imagine Humans?, 2017 p.107

Figure 82 Nye Thompson - The Seeker p.108

Figure 83 Sougwen Chung al lavoro su un dipinto assieme ad un braccio meccanico p.109

Figure 84 Kate Crawford e Vladan Joler - Anatomy of an AI System p.110

Figure 85 Brandon Bellengée - Species Reclamation p.112

Figure 86 I cloni creati da Natalie Jeremijenko e One Trees nel 2003 p.113

Figure 87 Eduardo Kac – Genesis, Ars Electronica 1999 p.114

Figure 88 Fotografie di cellule miocardiche realizzate con la tecnica High Through Put Screening p.115

Figure 89 Paul Vanouse – Latent Figura Protocol, 2003. Il processo di gel-elettroforesi è stato manipolato per produrre una specifica immagine programmata p.116

Figure 90 Justine Cooper – Lamina lamp p.117

Figure 91 Yunchul Kim – CASCADE p.119

Figure 92 Mel Chin e Rufus Chaney – Revival Field p.120

Figure 93 Thijs Biersteker – Plastic Reflectic, 2016 p.121

Figure 94 Klaus Kent – The Diatomist p.122

Figure 95 Christiaan Zwanikken e una delle sue sculture robotiche p.124

Figure 96 Christiaan Zwanikken – Exoskeletal, performance di danza p.124

Figure 97 Il prototipo per l'installazione "Music from alien species" p.125

BIBLIOGRAFIA

1. Voros, J. A generic foresight process framework. *Foresight* **5**, 10–21 (2003).
2. Kuhn, S. T. *The Structure of Scientific Revolutions*. (University of Chicago Press, 1970).
3. Feyerabend, P. *Against Method*. (Verso, 1993).
4. Popper, K. *The Logic of Scientific Discovery*. (Routledge, 2005).
5. Latour, B. *Science in Action*. (Harvard University Press 1988, 1988).
6. Sorensen, V. The Contribution of the Artist to Scientific Visualization. <http://visualmusic.org/text/scivi1.html> (1987wiener).
7. Snow, C. P. *The Two Cultures*. (Cambridge University Press, 1993).
8. Snow, C. P. *The Two Cultures and a Second Look: An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*. (Cambridge University Press, 1969).
9. SB. Statement: The Russell-Einstein Manifesto. *Pugwash Conferences on Science and World Affairs* 1955.
10. Wiener, N. *Cybernetics Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. vol. 25 (MIT Press, 1971).
11. Bateson, G. *Steps to an Ecology of Mind*. (press.uchicago.edu).
12. Shannon, C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell Syst. Tech. J.* **27**, 379–423 (1948).
13. *Bell-Labs 'Future Human' on Soundcloud*.
14. *Art and Innovation | The Xerox PARC Artist-in-Residence Program*. vol. Leonardo Journal (Craig Harris, 1999).
15. Leonardo. *MIT Press Journals* <https://www.mitpressjournals.org/>.
16. Dr. Frank Oppenheimer. *Exploratorium* www.exploratorium.edu
17. McLuhan, Marshall. *Understanding Media: The Extensions of Man*. (McGraw-Hill, 1964).
18. Shanken, E. Historicizing art and technology: forging a method and firing a canon. (2004).
19. A Finding Aid to the Paul Ryan papers, 1931-2009 | Archives of American Art, Smithsonian Institution. <https://www.aaa.si.edu/collections/paul-ryan-papers-15614#>.
20. Cybernetic Serendipity. <https://cyberneticserendipity.net/>.
21. Victor, D. Microsoft Created a Twitter Bot to Learn From Users. It Quickly Became a Racist Jerk. (Published 2016). *The New York Times* (2016).
22. Poet of Code - Joy Adowaa Buolamwini. www.poetofcode.com.
23. Floridi, L. *La quarta rivoluzione. Come l'infosfera sta trasformando il mondo*. (Cortina Raffaello, 2017).
24. Wilson, S. *Information Arts*. (MIT Press, 2003).
25. Anker, S. Gene Culture: Molecular Metaphor in Visual Art. *Leonardo* **33**, 371–375 (2000).
26. Greene, B. *L'universo elegante: superstringhe, dimensioni nascoste e la ricerca della teoria ultima*. (Einaudi, 2000).
27. Farmelo, G. *It Must be Beautiful: Great Equations of Modern Science*. (Granta, 2002).
28. Ede, S. *Art and Science*. (Bloomsbury Academic, 2005).

29. Oldenburg, R. *The Great Good Place: Cafes, Coffee Shops, Community Centers, Beauty Parlors, General Stores, Bars, Hangouts and How They Get You Through the Day*. (Paragon House, 1989).
30. Muller, L., Froggett, L. & Bennett, J. Emergent Knowledge in the Third Space of Art-Science. *Leonardo* 1–11 (2018) doi:10.1162/leon_a_01690.
31. Stocker, G. & Hirsch, A. J. *The Practice of Art & Science*. (Hatje Cantz Verlag, 2017).
32. Christiansen, J. Visualizing Science: Illustration and Beyond. *Scientific American Blog Network* - <https://blogs.scientificamerican.com>
33. Samsel, F. & Tulp, J. Art - Science - Visualization Collaborations: Examining the Spectrum. (2013).
34. Root-Bernstein, B., Siler, T., Brown, A. & Snelson, K. ArtScience: Integrative Collaboration to Create a Sustainable Future. *Leonardo* **44**, 192–192 (2011).
35. THE LAB | STEMarts LAB. <http://www.stemartslab.com/the-lab/>.
36. Pievani, T. Scienza, il valore della serendipità. https://www.corriere.it/cultura/19_novembre_18/valore-serendipita-lectio-magis-tralis-telmo-pievani-a919ad18-06da-11ea-8c46-e24c6a436654.shtml.
37. SEAD. <https://sead.viz.tamu.edu/about/index.html>.
38. Papers, S. W. White Papers. *SEAD: White Papers* <https://seadnetwork.wordpress.com/white-paper-abstracts/> (2012).
39. SEAD Exemplars. *SEAD Exemplars* <https://seadexemplars.org/>
40. Home | STARTS. <https://www.starts.eu/>
41. S+T+ARTS Collaboration Toolkit Launch | STARTS. <https://www.starts.eu/agenda/start-collaboration-toolkit-launch/detail/>.
42. About the Sustainable Development Goals – United Nations Sustainable Development. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>.
43. How food connects all the SDGs - Stockholm Resilience Centre. <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html> (2016).
44. Value of Everything, Mariana Mazzucato. <https://marianamazucato.com/>
45. Berthoin Antal, A. Artistic Intervention residencies and their intermediaries: A comparative analysis. *Organ. Aesthet.* **1**, 44–67 (2012).
46. Creating ArtScience Collaboration – Claudia Schnugg. <http://www.claudiaschnugg.com/creating-arts-science-collaboration/>.
47. Demaray, E. FloraBorg: IndaPlants. <https://elizabethdemaray.org/>
48. Aerocene – Fly around the world, free from borders, free from fossil fuels. <https://aerocene.org/>.
49. KAC. <https://ekac.org/>.
50. Nagler, M., Ascher, J., Gómez-Brandón, M. & Insam, H. Soil microbial communities along the route of a venturous cycling trip. *Appl. Soil Ecol.* **99**, 13–18 (2016).
51. Sarti, G. <https://github.com/gsarti/svevo-letters-analysis>. (2019).
52. Alberto Novello a.k.a. JesterN. <http://www.jestern.com/>.
53. Eunoia II. *Lisa Park* <https://www.thelisapark.com/work/eunoia2>.
54. The Octave of Visible Light: A Meditation Nightclub. *LIA CHAVEZ* <https://www.liachavez.com/the-octave-of-visible-light-a-meditation-nightclub>.
55. Shen, G., Horikawa, T., Majima, K. & Kamitani, Y. Deep image reconstruction from human brain activity. *PLOS Comput. Biol.* **15**, e1006633 (2019).
56. albazari. <https://albazari.info/>.

57. Böhlen, M. Halitosis sensor.
<https://www.realtechsupport.org/repository/halitosis.html>.
58. LEMONNE, E. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. *FUTURIUM - European Commission* <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation> (2018).
59. Müller, V. C. Ethics of Artificial Intelligence and Robotics. in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (ed. Zalta, E. N.) (Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020).
60. *The ethics of artificial intelligence: issues and initiatives*. (Publications Office, 2020).
61. *AI Ethics*. (The MIT Press).
62. Wilson, S. Computer Art: Artificial Intelligence and the Arts. *Leonardo* **16**, 15–20 (1983).
63. Artificial Intelligence Timeline. *AIArtists.org*
64. STELARC. <http://stelarc.org/testForFlash.html>.
65. «The Seeker» CKRBT Nye Thompson. <http://nyethompson.net/>
66. Replika. *replika.ai* <https://replika.ai>.
67. Sougwen Chung. <https://sougwen.com/>.
68. This was the Ars Electronica Festival 2017. *Ars Electronica Blog* <https://ars.electronica.art/>
69. Anatomy of an AI System. *Anatomy of an AI System* <http://www.anatomyof.ai>.
70. GENESIS. <https://www.ekac.org/geninfo.html>.
71. Ledford, H. Lights, camera, CRISPR: Biologists use gene editing to store movies in DNA. *Nat. News*.
72. IDEA: la melodia della materia. *Trieste Città della Conoscenza* <https://www.triesteconoscenza.it/news/idea-melodia-della-materia> (2019).
73. Galeota, M. Sinfonia dal Cosmo. *Laboratori Nazionali del Gran Sasso* <https://www.lngs.infn.it/it/news/sinfonia-dal-cosmo>.
74. Killip, M. *The Diatomist*. (2014).