

Computer art in Italia negli anni Ottanta Tecnologia, matematica e immaginario scientifico

Paola Lagonigro

La Sapienza Università di Roma, Italia

Abstract In the 1980s, the spread of personal computers gave impetus to the birth of a varied computer-based art scene. While traditional techniques prevail in the art system, computer art represents an experimental field in which the image is the product of mathematical formulas and algorithms. Artists, critics and art historians have described it as a new type of art, the latest encounter between humanistic and scientific culture. Moreover, since the computer is a scientific research machine – from astronomy to geometry, from medicine to physics – digital images stand between artistic invention and scientific evidence.

Keywords Computer art. Technology. Software. Mathematics. Digital image.

Sommario 1 Artisti programmatori. – 2 La conciliazione tra gli universi dell'arte e della scienza. – 3 Tra invenzione artistica ed evidenza scientifica.

Prima dell'arrivo dei personal computer, le sperimentazioni artistiche basate su tecnologie informatiche provengono dai laboratori di ricerca scientifica e tecnologica e le macchine adoperate non sono certo di facile utilizzo, ma richiedono un sapere specialistico. Se i primi esempi di computer art internazionale datano già agli anni Sessanta, in Italia la situazione è diversa: le collaborazioni tra artisti e in-

gegneri elettronici sono rare, nonostante nel nostro Paese non manchi la ricerca informatica – dal Centro di Calcolo dell'Università di Pisa all'IBM¹ – e vi siano aziende come Olivetti che si rivolgono ad artisti e designer.² Sarà proprio la diffusione del personal computer negli anni Ottanta³ a incentivare la nascita di una scena artistica più articolata che, se da un lato trova collocazione in mostre, conve-

Ringrazio gli artisti citati e i loro eredi per avere facilitato le ricerche fornendomi materiali e informazioni. Per la ricostruzione dell'articolata vicenda di collaborazione di Lucio Saffaro con l'ENEA, ringrazio la Fondazione Lucio Saffaro di Bologna nella persona di Gisella Vismara, l'Archivio Nazionale Cinema Impresa di Ivrea nella persona di Elena Testa e, per le loro preziose testimonianze, Egildo Cavazzini, Michele Emmer e Alessandro Griffini.

1 Luccio 2007.

2 Un'importante eccezione, distante tuttavia dalle sperimentazioni grafiche della computer art internazionale, è rappresentata da alcune opere di Eugenio Carmi: *SPCE*, presentata alla XXXIII Biennale di Venezia (1966) e *Carm-o-matic* (1968), costruita grazie alla collaborazione della Olivetti per una delle mostre più citate nella storia della computer art: *Cybernetic Serendipity* (Reichardt 1968).

3 Zane 2008.



Edizioni
Ca' Foscari

Peer review

Submitted	2020-07-06
Accepted	2020-08-30
Published	2020-12-11

Open access

© 2020 | Creative Commons Attribution 4.0 International Public License



Citation Paola Lagonigro (2020). "Computer art in Italia negli anni Ottanta. Tecnologia, matematica e immaginario scientifico". *Venezia Arti*, n.s., 29, 137 - 150.

DOI 10.30687/VA/2385-2720/2020/01/008

gni, rassegne e festival dedicati alle arti elettroniche, dall'altro si inserisce difficilmente in un sistema dell'arte notoriamente dominato, nel decennio in esame, dal ritorno alla pittura e alla scultura. Inoltre, a differenza di paesi europei come Francia e Gran Bretagna, dove la ricerca artistica legata alle tecnologie informatiche trova maggiore sostegno istituzionale,⁴ il panorama italiano sembra essere più frammentario, fatto di esperienze individuali, in molti casi caratterizzate dall'estetica *low-tech* dei personal computer, strumento relativamente economico - se paragonato alla tecnologia delle grandi

produzioni - e tecnicamente accessibile a chiunque.

Al di là dell'implicito riferimento all'universo tecnologico-scientifico che qualsiasi opera realizzata con mezzi informatici si porta dietro, va precisato che non tutta la computer art è assimilabile a questo tema. Pertanto, il presente contributo non intende disegnare una panoramica esauriente del fenomeno artistico preso in esame, ma riflettere su quelle esperienze che più di altre mettono al centro l'universo scientifico, analizzando sia il lavoro di alcuni degli artisti più significativi, sia il dibattito critico sulla computer art nell'Italia degli anni Ottanta.

1 Artisti programmatori

Nonostante i personal computer siano pensati per raggiungere un vasto pubblico, dialogare con queste macchine negli anni Ottanta significa utilizzare il linguaggio di programmazione, almeno fino alla comparsa, verso la metà del decennio, dell'interfaccia grafica, con il sistema di icone e finestre.⁵ Tramite il linguaggio di programmazione è possibile disegnare al computer considerando lo schermo come una griglia di pixel, associandovi un sistema di coordinate cartesiane. Per la verità, all'inizio degli anni Ottanta sono già disponibili strumenti *user friendly* come le tavolette grafiche che restituiscono all'utente la manualità tipica della creazione pittorica. Ma per ottenere risultati grafici più complessi e per realizzare un'animazione, sarà comunque necessario ricorrere alla programmazione, cioè alla scrittura di una serie di istruzioni che il computer può eseguire. Si tratta di tradurre l'idea grafica in un algoritmo: una serie di procedure logiche e matematiche che siano comprensibili a una macchina nata non certo per scopi artistici, ma per elaborare dati numerici. E del resto, anche le tavolette grafiche, attraverso la presenza di un trasduttore magnetico mosso sulla superficie, non fanno altro che rilevare coppie di coordinate 'x,y' convertendole in valori numerici e accendendo i corrispondenti pixel sullo schermo.⁶

Insomma, dietro le immagini digitali si nascondono un linguaggio formalizzato e delle istruzioni matematiche e, mentre prende piede l'idea che di-

segnare al computer sia un'attività per tutti, una sorta di aggiornamento tecnologico della pratica pittorica,⁷ alcuni artisti cercano di difendere l'importanza della programmazione quale garanzia di un nuovo approccio alla creazione artistica.

Tra questi va ricordato Guido Vanzetti, autore di una delle prime animazioni al computer in Italia, *Pixnocchio* (1982) [fig. 1], il cui titolo deriva naturalmente da 'pixel'. Proveniente dall'ambito della fotografia e della grafica, fin dagli anni Sessanta Vanzetti unisce ai suoi interessi artistici una preparazione scientifica: segue corsi di *advanced technology* all'RCA Institute di New York e di fisica all'Università La Sapienza di Roma.⁸ Basato su uno *storyboard* di Giuseppe Laganà, *Pixnocchio* è realizzato con il personal computer Cromemco CS-3⁹ in occasione della mostra *Pinocchio nel paese degli artisti*.¹⁰ In un video di quasi quattro minuti, assistiamo non a una storia ma all'evoluzione grafica del burattino, dal segno bianco e bidimensionale alla rotazione nelle tre dimensioni, fino alla colorazione e alla comparsa di tanti Pinocchio sullo schermo.

Il video è presentato nel 1982 in diverse occasioni, tra cui il seminario *L'immagine elettronica: del suono, del colore ed altro* (Porretta Terme), dove Vanzetti tiene un intervento che ruota attorno alla natura dell'immagine sintetica, la cui essenza risiederebbe nella controllabilità della sua struttura, cioè nella possibilità di modificare ogni singolo pixel.¹¹ Le caratteristiche visive di tale immagine sa-

⁴ Brown et al. 2008; Couchot, Hillaire 2003.

⁵ Ceruzzi 2006.

⁶ Favero 1983; Abbado, Mordà, Rocca 1985.

⁷ Iannelli 1985.

⁸ Eletti 1982.

⁹ Qui e più avanti saranno precisate le macchine utilizzate dagli artisti perché le loro opere non sarebbero comprensibili senza tener conto delle specifiche e dei limiti tecnici del computer usato per realizzarle.

¹⁰ Nel catalogo di questa mostra Vanzetti non è nominato se non come «un tecnico» (Serenelli 1982, 76-7).

¹¹ Vanzetti 1983.

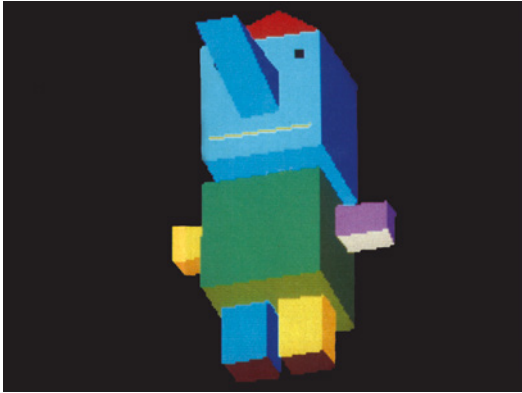


Figura 1 Guido Vanzetti con Giuseppe Laganà, *Pixnocchio*. 1982. *Still* da film, 4'. Immagine tratta da *Radiocorriere TV*, 18, 1982, 82-3

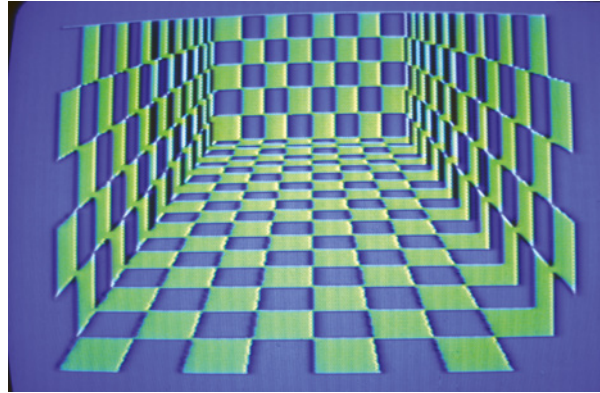


Figura 2 Daniela Bertol, *Il sogno di Bertram*. 1985. Diapositiva da schermata video

rebbero, secondo Vanzetti, paragonabili a qualsiasi altro tipo di rappresentazione grafica, ma se da una parte è possibile fare un confronto tra un supporto tradizionale come il foglio di carta e lo schermo, dall'altra l'elemento grafico primario di un'immagine sintetica – il pixel – ha una natura del tutto differente rispetto a un punto tracciato con una matita, essendo il primo identificato con valori numerici.¹²

Per realizzare *Pixnocchio*, il disegno di Laganà, composto da una serie di cubi e altri solidi geometrici, è trasferito da Vanzetti su carta millimetrata: i punti corrispondenti ai vertici di queste figure sono poi riportati al computer individuando le precise coordinate sullo schermo.¹³ C'è dunque una corrispondenza tra foglio e schermo, quello che cambia è la procedura creativa: in *Pixnocchio*, infatti, la semplicità delle forme corrisponde chiaramente a qualcosa di ben distante dalla presunta libertà disegnativa offerta dal computer ed è dettata dalla necessità di impartire alla macchina istruzioni precise e ben definite. Si tratta di questioni su cui Vanzetti insiste molto, sottolineando come la vera natura della computer art risieda proprio nella scrittura del software.¹⁴ Sulla base di tali idee, nel 1984 l'artista elaborerà un programma pensato proprio per l'animazione computerizzata, commercializzato dalla sua società Schema/Compix e significativamente chiamato *Leonardo*. Tale software è pensato per velociz-

zare l'animazione raccordando più disegni e generando automaticamente quelli intermedi.¹⁵

Per molti artisti, la programmazione, frutto della scomposizione del processo creativo in una serie di istruzioni ordinate, induce a una riflessione sugli elementi grafici primari, che si accompagna a quella sui principi costitutivi del nuovo medium.

Tale riflessione guida le prime opere realizzate nel 1985 dal gruppo Correnti Magnetiche e firmate da Mario Canali e Riccardo Sinigaglia, fondatori – insieme ad Adriano Abbado – e membri fissi di un collettivo che, nel corso degli anni, ha accolto diversi componenti.¹⁶ L'intenzione delle prime opere di Correnti Magnetiche è, nelle parole di Canali, «dimostrare che ad un pensiero logicamente esatto, quale può essere [...] un assioma matematico, corrisponde una composizione grafica visivamente piacevole».¹⁷ *Minima* (1985), ad esempio, è un video in cui segni grafici elementari, irregolari e geometrici, si sviluppano dinamicamente grazie al software scritto da Canali su PC IBM XT. Le immagini in divenire sono dunque frutto della programmazione e sono una traduzione grafica di funzioni matematiche. Una corrispondenza tra immagini e linguaggio matematico è ancor più evidente in *Preda* (1985),¹⁸ rappresentazione grafica della funzione $y = x^4 + ax^4 + bx$, un caso particolare all'interno della teoria delle catastrofi di René Thom.¹⁹ In

¹² Nella teoria dell'arte digitale, su tale analogia pixel-punto e sulle differenze rispetto ai sistemi di rappresentazione tradizionali ha molto insistito Edmond Couchot (1988a).

¹³ Ferzetti 1983.

¹⁴ Paladini 1982.

¹⁵ Vanzetti 1984.

¹⁶ Mattei 1996.

¹⁷ Cit. in Mantaout 1985, 16.

¹⁸ Mentre *Minima* è firmata da Canali insieme a Riccardo Sinigaglia, autore della musica, *Preda* è realizzata dal solo Canali.

¹⁹ Canali 1985.

questo breve video, la grafica è ridotta a soli tre elementi: una curva e due pallini (il predatore e la preda) che si spostano e modificano seguendo la teoria illustrata da una voce fuori campo.

Un'altra artista che ai suoi esordi insiste molto sul rapporto tra matematica e immagini realizzate al computer è Daniela Bertol che, con una formazione da architetto, lavora proprio sulla costruzione di spazi tridimensionali generati da software. Nel 1985, per le sue prime opere, l'artista usa uno dei personal più diffusi, un Commodore 64, realizzando dei lavori in cui le immagini sono prodotte in tempo reale dal programma: *Il sogno di Bertram* [fig. 2] mostra semplici griglie prospettiche, con un'allusione ai pavimenti quadrettati dipinti dal maestro di Bertram, mentre *Texture* gioca sull'ambiguità visiva tra *pattern* bidimensionali e illusione della tridimensionalità.²⁰ In entrambi i casi, le immagini riproducono spazi modulari: griglie prospettiche che altro non sono se non la visualizzazione di funzioni matematiche. Rispetto alle opere fin qui menzionate, va sottolineato che il prodotto finale non è un video, bensì una serie di schermate generate in tempo reale. La logica dell'opera è del tutto corrispondente a quella del computer, tanto che sulle immagini può anche intervenire lo spettatore, inserendo le coordinate del punto di vista da cui generare la veduta prospettica.

Nei primi lavori di Bertol sono frequenti i riferimenti alla prospettiva rinascimentale quale strumento scientifico di costruzione dello spazio: un insieme di regole matematiche che trova compimento nella logica processuale del computer. A tal proposito, l'artista parla di 'grafica generativa', riferendosi alla capacità della macchina di mostrare in tempo reale il processo di genesi dell'immagine, visualizzando gli algoritmi necessari alla sua realizzazione.²¹

La figura dell'artista-programmatore attraverso tutta la storia della computer art, segnata, soprattutto agli esordi, dalla presenza di ingegneri che esplorano le potenzialità estetiche dei cosiddetti 'calcolatori elettronici'. Dalla preminenza da-

ta al programma discende anche la possibilità di identificare l'opera con il software piuttosto che col risultato finale, un aspetto che caratterizza molti dei primi 'esperimenti grafici' al computer.²² Opere che si configurano come delle verifiche di un'operazione intellettuale di progettazione, scrittura, formulazione.

Del resto, vi sono artisti che pongono enfasi sulla programmazione a tal punto da basare su di essa una nuova estetica e una precisa poetica. È il caso del duo Crudelity Stoffe (Michele Böhm e Marco Tecce) che tra il 1983 e il 1986 realizza una serie di animazioni [fig. 3] grazie all'uso del medesimo software: *Omaggio a Lisa*.²³ Scritto da Michele Böhm, questo programma è illustrato dall'artista nel discorso programmatico *Appunti abolizionisti* (1986),²⁴ in cui viene annunciata una nuova estetica basata sull'uso dei personal computer e distante tanto dalla tradizione pittorica, quanto dalla computer grafica delle grandi produzioni e degli effetti speciali. L'abolizionismo è caratterizzato da una grafica bidimensionale, semplificata, uno stile che Böhm definisce 'espressionista',²⁵ cavalcando la necessità di operare con una tavolozza cromatica, quella di un Apple II, fatta di soli otto colori e del tutto innaturali.²⁶ Ma l'estetica abolizionista è soprattutto nel programma che anima i disegni. Le immagini sono realizzate con la tavoletta grafica e si tratta sia di segni tracciati manualmente, sia di figure geometriche. Queste ultime sono gestite da *Omaggio a Lisa*, programma che permette di lavorare su una lista di poligoni: una volta stabiliti i vertici, è il software che interviene, facendo scorrere queste figure, come dei sipari, dall'alto verso il basso e 'abolendo' le figure sottostanti. Nonostante i video di Crudelity Stoffe sviluppino delle storie, il vero protagonista è il movimento 'a cascata' dei poligoni generato dal programma, ossia quell'incessante comparsa e 'abolizione' di figure, che permette, secondo Böhm, di rendere manifesto il processo di elaborazione dell'immagine da parte del computer.²⁷

La ricerca di uno stile che passi per la programmazione si accompagna a uno svelamento dei mec-

20 Bertol 1985. Su *Il Sogno di Bertram*: Salvemini 1985.

21 Bertol s.d.

22 Bordini 2003.

23 Il nome del programma celebra il personal computer Apple Lisa, commercializzato proprio nel 1983, ma le animazioni sono realizzate con un Apple II Plus.

24 Il discorso è presentato per la prima volta nel novembre 1983 in occasione del seminario *Computer graphic e progettazione visiva*, promosso dalla Rai.

25 Böhm 1986, 101.

26 Più precisamente, un Apple II ha due *palette*, ciascuna di quattro colori, tra le quali l'utente è obbligato a scegliere prima di disegnare ogni immagine.

27 Sulla processualità nella computer art italiana si veda Lagonigro 2019.



Figura 3 Crudelity Stoffe, *Romeo Juliet*. 1984.
Sei still da video, 18'

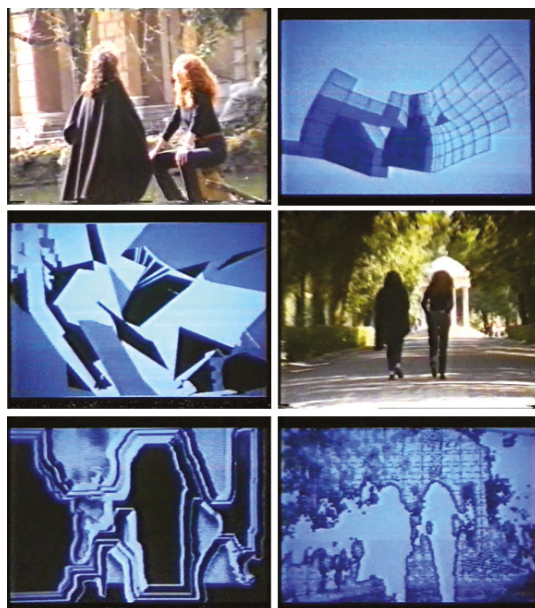


Figura 4 Crudelity Stoffe, *Cassetta di Othar*. 1987.
Sei still da video, 9'30"

canismi della macchina, come sarà anche per l'ultima opera di Crudelity Stoffe, *Cassetta di Othar* (1987) [fig. 4],²⁸ un video ormai fuori dall'estetica abolizionista e basato sul montaggio di sequenze riprese dalla videocamera con immagini digitali. Più precisamente, il programma *Quick Böhm*, scritto su Apple Macintosh e denominato con un ironico riferimento al software proprietario *Quick Draw*, analizza le immagini video traducendo la visione ottica in una sequenza algoritmica. Nonostante la derivazione da una situazione reale, catturata dalla videocamera, tale referente viene ridotto a pura procedura matematica, trasformando il computer in un 'occhio' che analizza e che genera immagini digitali a partire dalle riprese video.

Se fin qui si è fatto riferimento alla programmazione come strumento di elaborazione grafica, va precisato che essa può essere sfruttata anche per generare suoni. È quello che fa Adriano Abbado che, dopo aver partecipato alla fondazione di Correnti Magnetiche, intraprende un percorso indipendente, incentrato sulla ricerca dei rapporti tra immagini e musica. Tale ricerca risale,

per la verità, già agli anni Settanta, ma trova nel computer lo strumento più idoneo, proprio perché esso permette di «pensare in chiave audiovisiva contemporaneamente».²⁹ È il caso di *Città Orbitale* (1985), un video per il quale il computer Yamaha CX5 è usato sia per le immagini sia per i suoni,³⁰ e di *Isomorfismi suono-luce* (1986), opera in quattro parti basata sulla *Proposta per una ricerca sui rapporti fra suono e colore* di Luigi Veronesi.³¹ Questo testo è la formulazione di una teoria che poggia sulla misurabilità dei parametri fisici di fenomeni acustici e cromatici, una teoria dalla quale Veronesi ricaverà un gran numero di tavole che traducono visivamente frammenti di spartiti: la larghezza e il colore dei rettangoli in esse contenuti corrispondono rispettivamente alla durata e alla frequenza della nota. Nelle opere di Abbado, la teoria di Veronesi trova compiutezza grazie a una tecnologia in cui sia le immagini sia i suoni sono traducibili in numeri e generabili dal software. Ne derivano tre video in cui la musica è 'suonata' e 'visualizzata' simultaneamente dal computer (*Studio 1*, *Studio 2* e *Ritratto*) e un lavoro in cui schermate monocrome

²⁸ Il titolo è ispirato a Lothar, il servo di Mandrake che, privato dell'iniziale, viene disumanizzato e «reso inerte come l'occhio di un calcolatore» (Biasi 1987, 119).

²⁹ Abbado 1984.

³⁰ Abbado 2018.

³¹ Veronesi 1977.

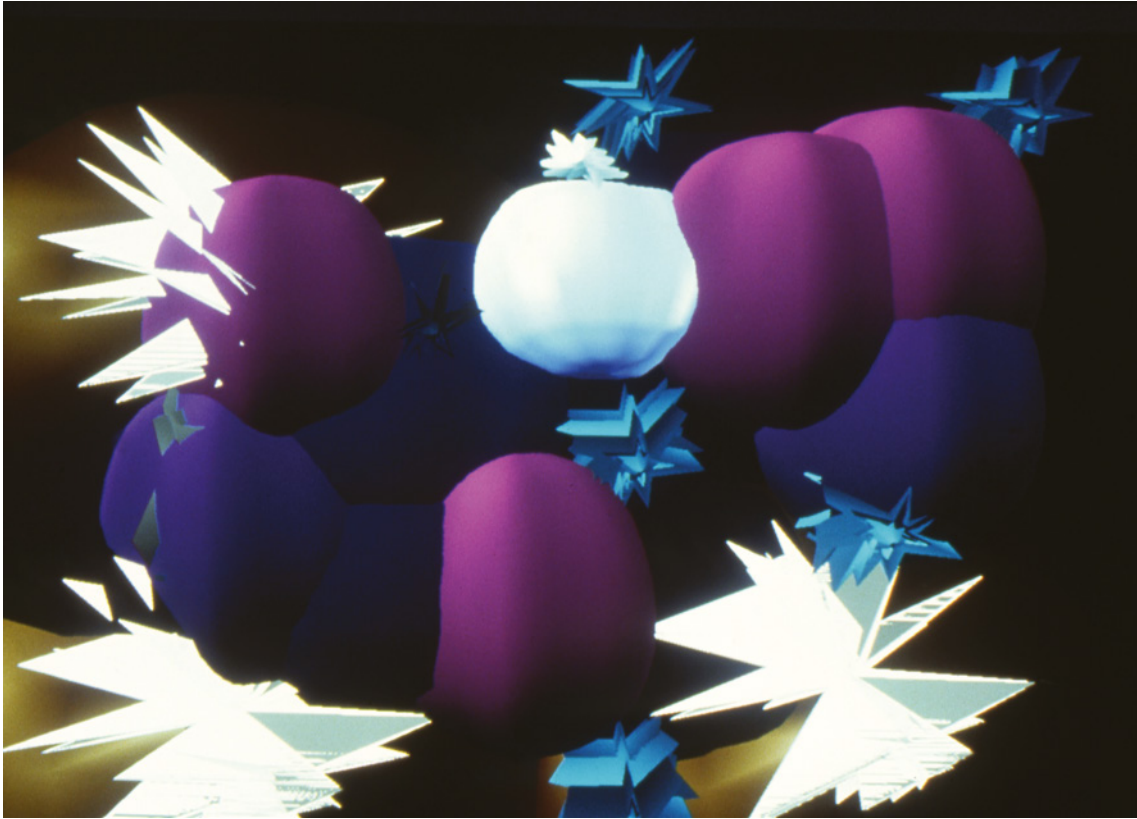


Figura 5 Adriano Abbado, *Dynamics*. 1988.
Still da video, 4'

e note a esse corrispondenti sono generate in tempo reale su Commodore Amiga 1000 (*Studio 3*).³²

Come suggerito dagli stessi titoli, questi lavori si presentano come degli studi che verificano e aggiornano, non senza alcune modifiche, la teoria di Veronesi, secondo un approccio scientifico assimilabile alla dimostrazione sperimentale.

Le indagini di Abbado su questo tema proseguiranno al Massachusetts Institute of Technology di Boston e, più precisamente, presso il neonato Media Lab, fondato da Nicholas Negroponte. Passando dal personal computer a macchine professionali

e dall'animazione bidimensionale a quella 3D, Abbado sviluppa qui una ricerca sul rapporto tra animazione astratta e suono sintetico che avrà come esito il video *Dynamics* (1988)³³ [fig. 5], parte della sua tesi per il Master of Science.³⁴ In quest'opera, l'artista crea un legame biunivoco tra eventi audio e video sulla base di tre tipi di corrispondenza: tra il timbro sonoro e la forma, tra l'intensità del suono e del video (volume e luminosità) e tra la localizzazione spaziale dell'oggetto visivo e quella dell'audio percepito.

³² *Isomorfismi suono-luce* è presentata alla Biennale di Venezia nella mostra *Tecnologia e informatica* (Ascott et al. 1986). Tutte e quattro le parti che la compongono sono realizzate con un Commodore Amiga 1000, ma *Studio 1* e *Studio 2* sono riversate su nastro, mentre *Studio 3*, basandosi su una funzione casuale di generazione di immagini e suono in tempo reale, doveva girare necessariamente sul computer. Infine *Ritratto* è un montaggio di sequenze astratte create al computer e sequenze riprese con la telecamera, digitalizzate e ritoccate. Da una conversazione di chi scrive con Adriano Abbado in data 15 novembre 2017.

³³ Recentemente digitalizzato, il video è visibile al seguente link: <https://vimeo.com/464634630>.

³⁴ Abbado 1988.

2 La conciliazione tra gli universi dell'arte e della scienza

Nel 1985 si assiste alle prime rassegne collettive di computer art italiana. Un'importante vetrina è rappresentata dal Festival Arte Elettronica di Camerino³⁵ che, a partire da quest'anno, ospita la rassegna *Il Pulsante Leggero*, curata da Rinaldo Funari e intitolata come l'associazione da egli stesso fondata nel 1983.³⁶ Il festival è dedicato alle diverse declinazioni dell'elettronica, non solo in ambito artistico (videoarte, computer art, musica, teatro e cinema), ma anche scientifico (medicina, biologia, comunicazioni). Proprio commentando le opere di computer art mostrate a Camerino sulle pagine della rivista *Video Magazine*, Vittorio Fagone immagina la nascita di una 'terza cultura': non una fusione tra le due culture, umanistica e scientifica, come auspicato da Charles P. Snow nel 1959,³⁷ bensì un ambito nuovo: quello dell'elettronica, dove «ingegneri, matematici, architetti, musicisti, artisti [...], grafici convivono e lavorano insieme».³⁸

Il legame tra arte e scienza è sentito, come si è visto, dagli stessi artisti e, per la verità, anche da alcuni di loro che non si confrontano in prima persona con la programmazione. È il caso di Ida Gerosa che descrive la computer art come un incontro tra questi due territori: il suo percorso, tra gli anni Ottanta e i primi Novanta, è infatti segnato da una collaborazione duratura, unico esempio in Italia, con centri di ricerca scientifica.³⁹ Provenendo dalla pittura e dalle tecniche di stampa, l'artista scopre il computer nel 1984 grazie a uno stage biennale presso l'IBM di Roma, per poi proseguire il suo lavoro all'Istituto Astrofisico Spaziale del CNR di Frascati. All'IBM Gerosa si confronta con una macchina professionale - un IBM 7350 - e viene affiancata dal ricercatore Mario Fantini che traduce le esigenze creative dell'artista in chiave matematica, realizzando un software intuitivo per la creazione di immagini 'pittoriche' digitali [fig. 6]. Pensato soprattutto per lavorare sugli effetti di colore e di texture, il programma usato da Gerosa prende origine da un sistema sviluppato da IBM per l'analisi di strati geologici di

grande profondità. Tale sistema era in grado di individuare i giacimenti petroliferi analizzando gli echi delle esplosioni generate da piccole cariche di dinamite. L'operatore matematico impiegato, la trasformata di Fourier, scomponendo il segnale di partenza generando spettri di moduli e frequenze; il risultato di questi calcoli era poi visualizzato graficamente su schermo. Proprio osservando queste 'immagini astratte', esteticamente gradevoli al di là del loro significato scientifico, Gerosa ha l'intuizione di servirsi di un sistema del genere modificando le equazioni matematiche di partenza per ottenere gli effetti di colore voluti.⁴⁰ Naturalmente, come si è detto, il lavoro di programmazione non spetta all'artista la quale continuerà a lavorare in modo intuitivo, empirico, sperimentando i numerosi effetti di colore e texture offerti da una macchina ben più sofisticata di un comune personal computer.⁴¹

Nonostante l'estraneità al lavoro matematico, l'esperienza di Gerosa, nata dall'incontro tra ricerca scientifica e sperimentazione artistica, è indicativa di come la computer art riattualizzi il dibattito sul rapporto tra arte e scienza. Un tema a cui, nel corso del decennio, sono dedicati numerosi convegni, seminari e mostre.

Un esempio è l'attività dell'AST (associazione per lo studio delle interazioni tra Arte Scienza e Tecnologia, fondata nel 1982 da Corrado Maltese),⁴² che ha come oggetto di studio l'intera storia dell'arte e i suoi rapporti con l'universo scientifico. Proprio in uno dei seminari organizzati da tale associazione nel 1983⁴³ è illustrato il lavoro di Crudelity Stoffe, presente anche con il video *Romeo Juliet* (1984) nella mostra *Artisti oggi tra scienza e tecnologia*, curata sempre dall'AST due anni più tardi.⁴⁴

Nel solco delle ricerche avviate con tale associazione, Maltese elaborerà il concetto di 'ultraimmagini' per definire quello stare 'oltre', al di là del visibile, delle immagini digitali o, volendo utilizzare il suo francesismo, delle immagini 'numeriche'.⁴⁵ Alla base del suo pensiero, vi è un'ampia prospettiva

³⁵ Bordini, Gallo 2018.

³⁶ Funari 1987.

³⁷ Snow 1959.

³⁸ Fagone 1986, 90-1.

³⁹ Gerosa 2010.

⁴⁰ Gerosa 2010, 161-2; Fantini, Melli 1985.

⁴¹ L'IBM 7350 ha uno schermo ad alta risoluzione e una tavolozza di 4096 colori (Fantini, Melli 1985).

⁴² Bordini 1997.

⁴³ Cassanelli 1986.

⁴⁴ Maltese et al. 1985.

⁴⁵ Maltese 1989, 86.



Figura 6 Ida Gerosa, senza titolo. 1988.
Diapositiva da schermata video

storica che riconduce l'immagine, di qualsiasi tipo essa sia, ai fenomeni ottico-percettivi. La sua 'storia dell'immagine' poggia su un concetto di rappresentazione intesa come superficie bidimensionale: la computer grafica è così ricondotta alla storia della grafica, intesa come 'scrittura-disegno' che trasponesse le tre dimensioni del mondo visibile su una superficie piana.⁴⁶ Quella di Maltese è un'analisi degli aspetti scientifici - ottici, tecnici, geometrici, percettivi - dell'intera storia dell'arte: la sua attenzione verso la computer art è prima di tutto un interesse nei confronti delle procedure operative e un tentativo di rintracciare le loro origini in altri procedimen-

ti artistici. Ad esempio, la costruzione di uno spazio prospettico su un piano pittorico viene paragonata a un algoritmo perché, esattamente come accade al computer, anche un disegno prospettico richiede la traduzione di strutture geometriche in numeri e in un procedimento algoritmico.⁴⁷ Tali parallelismi diacronici non impediscono tuttavia l'individuazione delle caratteristiche peculiari di un nuovo tipo di linguaggio visivo nell'immagine digitale che, secondo Maltese, è diversa da quella pittorica in quanto è scomponibile in una serie di *pixel* e può essere «trasformata in una sequenza più o meno lunga di dati: essa può - insomma - essere scritta».⁴⁸

⁴⁶ Maltese 1989, 29-42.

⁴⁷ Maltese 1989, 78-85.

⁴⁸ Maltese 1989, 71.

L'idea di Maltese di considerare la tradizione artistica e le nuove tecnologie come parte dello stesso universo non è, tuttavia, una posizione molto condivisa, come emerge tanto dai discorsi critici, che insistono sulla rottura rispetto alla storia dell'arte, quanto da uno sguardo ai luoghi in cui la computer art viene esposta: mostre, rassegne e festival dedicati, il più delle volte, esclusivamente alle arti elettroniche. È il caso della mostra *Tecnologia e informatica*, curata da Roy Ascott, Don Foresta, Tom Sherman e Tommaso Trini alle Corderie dell'Arsenale in occasione della Biennale di Venezia del 1986.⁴⁹ Questa esposizione, se da un lato consegna un ampio spazio, in termini sia architettonici che di risonanza, all'arte elettronica, dall'altro ribadisce la sua netta distanza dal sistema dell'arte. La telematica, la computer art e le videoinstallazioni richiedono un progetto curatoriale del tutto inedito in cui a cambiare è anche il ruolo dello spettatore, invitato a interagire con le macchine, allestite in un grande ambiente laboratoriale denominato *Ubiqua*.

La mostra ben esemplifica l'idea che la tecnologia elettronica - informatica ma anche video - sia espressione della cultura scientifica, una cultura in continuo aggiornamento. L'arte basata sulle nuove tecnologie è, per sua stessa natura, associata al futuro, in netta opposizione all'anacronismo imperante nel sistema dell'arte ed è per questo vista come ideale erede dei movimenti di avanguardia, in particolare di quelli che si sono nutriti del mito del progresso. Il direttore del settore 'arti visive' della Biennale di Venezia, nelle due edizioni del 1984 e

del 1986, è proprio il critico che ha tenuto a battesimo l'Anacronismo, Maurizio Calvesi, che riversa questa prospettiva dualistica nei suoi discorsi critici: da una parte la tradizione artistica e dall'altra il progresso scientifico. E proprio su tale dualismo poggiano le tematiche delle sue Biennali: *Attualità e storia* nel 1984 e *Arte e scienza* nel 1986.

Quest'ultima articola in varie mostre diversi temi scientifici: dallo spazio alla biologia, dal colore alle tecnologie impiegate per il restauro, fino alla succitata *Tecnologia e informatica* che, oltre a delle videoinstallazioni, mette in scena la computer art all'interno di un *open space* interattivo, attrezzato con telecamere, altoparlanti, proiettori, stampanti, computer e schermi di varie dimensioni. Uno scenario decisamente distante da una mostra tradizionale, secondo un'idea ben espressa da Calvesi nell'introduzione al catalogo della Biennale: «da un lato la pittura, nei suoi aspetti più radicalmente 'citativi', e quindi il collegamento con il passato; dall'altro le videoinstallazioni, lo sconfinamento e il futuribile tecnologico».⁵⁰ Nelle altre mostre della Biennale, l'elettronica è ammessa non tanto come medium artistico, ma piuttosto come tecnologia applicata alla conoscenza dell'arte. Ad esempio, nella mostra *Spazio*, curata da Giulio Macchi, sono esposte per fini didattici e dimostrativi alcune nuove tecnologie presto destinate a diventare obsolete, come i videodischi⁵¹ su Leonardo da Vinci e Palazzo Spada e l'ologramma riprodotto alla Cité des Science et de l'Industrie di La Villette di Parigi.

3 Tra invenzione artistica ed evidenza scientifica

Proprio nella mostra *Spazio* della Biennale di Venezia vanno segnalate due eccezioni, ossia due animazioni che, pur assolvendo alla funzione di illustrare delle ricerche matematiche, sono anche due opere di computer art. La prima è *The Hypercube* (1978) dei matematici Thomas Banchoff e Charles Strauss: un film che descrive la geometria a quattro dimensioni e, più precisamente, l'ipercubo, disegnato e animato al computer. La seconda è *Nuove forme platoniche* (1986) [fig. 7], un video di Lucio Saffaro illustrante dei poligoni stellati complessi che, come nel caso di *Hypercube*, sono disegnati e animati al

computer in modo che lo spettatore possa averne una visione a 360 gradi.

Queste due opere sono un esempio di come la computer art non solo si nutra del sapere tecnologico-informatico, presupposto imprescindibile per la sua esistenza, ma anche delle immagini che provengono da altri campi scientifici - in questo caso dagli studi sulla geometria - in una sintesi tra invenzione artistica ed evidenza scientifica. Se tale sintesi è rintracciabile in tutta la storia dell'arte, la novità è nel medium utilizzato, non uno strumento artistico a tutti gli effetti, ma una macchina per il

⁴⁹ Ascott et al. 1986.

⁵⁰ Calvesi et al. 1986, 14.

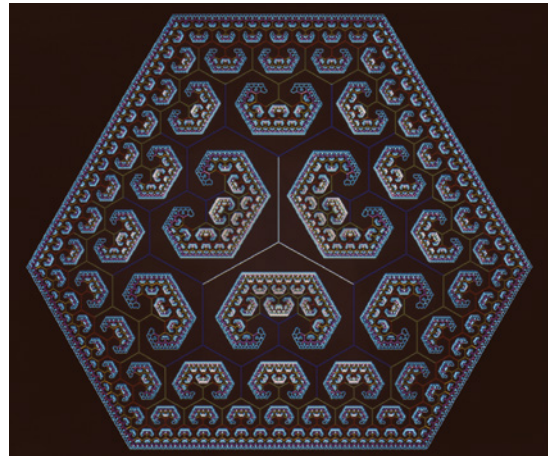
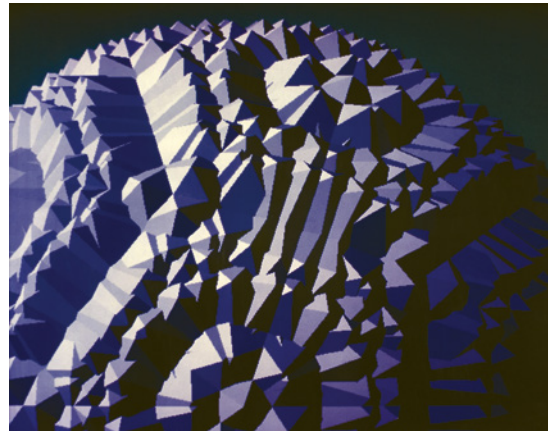
⁵¹ Come le videocassette, il videodisco permette la registrazione di immagini e suoni analogici, ma è un disco a lettura ottica che consente un accesso casuale. Atteso in Italia fin dall'inizio del decennio, sarà commercializzato solo nel 1984 (Fratti 1984). È la tecnologia sfruttata per alcune prime opere interattive basate su tecnologie informatiche, come *Lorna* (1984) di Lynn Herzman Leeson, esposta proprio nella mostra *Tecnologia e informatica*.



Figura 7 Lucio Saffaro, *Nuove forme platoniche*. 1986.
Still da video, 8'10". © ENEA, Bologna

Figura 8 Lucio Saffaro, *Particolare di 100 icosaedri*. 1986.
Fotolitografia da computer, 67 × 48 cm.
Coll. Fondazione Lucio Saffaro, Bologna.
Per gentile concessione della Fondazione Lucio Saffaro,
Bologna

Figura 9 Lucio Saffaro, *Frattali azzurri*. S.d.
Stampa da computer, 67 × 48 cm.
Coll. Fondazione Lucio Saffaro, Bologna.
Per gentile concessione della Fondazione Lucio Saffaro,
Bologna



calcolo che è essa stessa un supporto alla ricerca e che, grazie alla computer grafica, permette di visualizzare immagini che non si potrebbero ottenere con altri strumenti.

A tal proposito, il caso di Lucio Saffaro è emblematico, essendo egli non solo un pittore, ma anche un matematico che porta nelle sue opere l'attitudine alla ricerca e alla scoperta. Fin dagli anni Settanta, Saffaro si dedica allo studio dei solidi regolari, non accontentandosi di quanto stabilito dalla geometria euclidea, che ne individua solo cinque, ma cercando di superare tale numero canonico.⁵²

Negli anni Ottanta, in particolare, si concentra sui poliedri stellati compenetrando in uno stesso spazio più solidi e agglomerandoli in un numero sempre maggiore. *Nuove forme platoniche* nasce da questa sfida e sfrutta il computer per ottenere un risultato che con la pittura non si potrebbe avere: un poliedro che supera i dodici dodecaedri compenetranti.⁵³ Il video deriva da elaborazioni in computer grafica realizzate con un sistema CAD dagli ingegneri Egildo Cavazzi, Arnaldo Chiarini e Fabio Frattini del Centro Ricerche ENEA di Bologna [fig. 8].⁵⁴ L'esperienza è documentata in uno dei film della se-

⁵² Pesci 1991.

⁵³ Emmer 1991.

⁵⁴ La macchina adoperata all'ENEA è un VAX 750, computer a 32 bit (Budnich et al. 1987, 18). Un'ultima fase realizzativa è il montaggio del video, seguita da Alessandro Griffini con Luciano Maiani, Massimo Sordelli, Paride Spiti, Vittorio Valentini. Da una conversazione di chi scrive con Griffini (27 maggio 2020), è emerso che Saffaro non partecipa a tutte le fasi di realizzazione del video: le persone coinvolte, dall'artista che l'ha ideato agli ingegneri che realizzano le immagini col sistema CAD, fino alla produzione che si occupa del montaggio, non lavorano insieme. *Nuove forme platoniche* è stato digitalizzato dall'Archivio Nazionale Cinema Impresa di Ivrea, che ne possiede una copia su pellicola 16 mm. Griffini tuttavia ricorda che il montaggio fu realizzato su nastro da 1". Non è stato possibile rintracciare il master, probabilmente conservato presso l'ENEA, né chiarire i motivi e le circostanze del suo riversamento su pellicola. Il video digitalizzato è visibile al seguente link: <https://www.youtube.com/watch?v=lWoLJKS35nQ>.

rie *Art and Mathematics*, realizzati dal matematico Michele Emmer tra la fine degli anni Settanta e gli anni Ottanta.⁵⁵ Nel film in questione, *Computers* (1986), Saffaro in persona parla dalla sala dedicatagli alla Biennale di Venezia: sulle pareti sono esposte le due tele *Poliedro M2* e *La disputa ciclica*, entrambe rappresentanti deltaedri regolari composti rispettivamente da 240 e 360 triangoli equilateri. Nel centro della sala, sono invece installati due monitor a tubo catodico che riproducono il video *Nuove forme platoniche*. Come spiega l'artista nel film, parlando dell'evoluzione dei suoi studi sui solidi platonici, al computer si deve la possibilità di ottenere poliedri regolari complessi che non si potrebbero avere con il solo calcolo umano.

L'esperienza di Saffaro all'ENEA è parte anche di un'altra mostra tenutasi alla Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette di Parigi sempre nel 1986⁵⁶ e riallestita alla Fiera di Milano l'anno successivo: *Immaginario scientifico*.⁵⁷ Curata dall'Associazione Interculturale per la Scienza e l'Arte (AISA) di Trieste, questa mostra ha l'obiettivo di raccontare la scienza attraverso le immagini e si avvale molto dei recenti contributi della computer grafica, dal momento che, come si è detto, quest'ultima non è solo una tecnica artistica, ma anche uno strumento ampiamente utilizzato nella ricerca scientifica, dalla medicina alla biologia, dall'astronomia alla matematica. Di tali immagini, tuttavia, non viene colto solo il valore tecnico e pratico, ma anche quello estetico. La mostra, infatti, si apre anche alla produzione artistica e, oltre a includere i poliedri realizzati da Saffaro all'ENEA, assegna a Gianni Toti la direzione audiovisiva.

Il poetronico, come amava definirsi, realizzerà per l'occasione sei video e una videoinstallazione⁵⁸ lavorando negli studi della SBP CGE (Computer Graphics Europe), società di postproduzione romana con cui collaborano diversi artisti e i cui lavori sono spesso presentati nelle rassegne di computer art curate da Rinaldo Funari.⁵⁹ Nei suoi video, Toti reimpiega immagini scientifiche di vario tipo - visioni del cosmo, del corpo umano, della materia, elaborazioni in computer grafica - e si serve

del Quantel Mirage, una macchina per la postproduzione digitale, tra le prime in grado di realizzare effetti di animazione 3D.⁶⁰ Uno di questi video, *Lordine, il caos, il phaos*, fa ampio uso di elaborazioni in computer grafica - tra cui spezzoni tratti da *Nuove forme platoniche* di Saffaro - ed è incentrato su una teoria matematica molto dibattuta negli anni Ottanta, perfetto esempio dell'incontro tra creazione artistica e ricerca scientifica: la geometria dei frattali, a cui lo stesso Saffaro si è dedicato, sia servendosi dei sistemi dell'ENEA [fig. 9], sia utilizzando processi esclusivamente manuali.⁶¹

Teorizzata dal matematico Benoît Mandelbrot negli anni Settanta, la geometria dei frattali descrive oggetti 'autosimili', dotati cioè di omotetia: in essi forme con dimensione frazionaria si ripetono allo stesso modo su scale diverse. Poiché i frattali sono generati da algoritmi secondo procedure idealmente ripetibili all'infinito, gli strumenti più adatti alla loro creazione sono ancora una volta i computer. Infatti, la teoria di Mandelbrot poggia su principi già noti ai matematici ben prima dell'arrivo dei calcolatori elettronici, ma è solo con questi ultimi che si riescono a ottenere immagini di straordinaria complessità.⁶² Il fascino di questa geometria irregolare, così distante dalla freddezza di quella euclidea e piuttosto utile a descrivere le strutture complesse della natura, fa dei frattali non solo un tema appartenente alla teoria matematica, ma anche un soggetto ampiamente diffuso nella computer art internazionale degli anni Ottanta. Come scrive Michele Emmer, lo stesso Mandelbrot riconosce che la sua teoria ha generato una nuova categoria di arte vicina all'idea dell'arte per l'arte: un'arte per la scienza e per la matematica.⁶³

Ai frattali, infatti, sarà dedicata una mostra che esplora proprio il risvolto più artistico della teoria di Mandelbrot: *I frattali: la geometria dell'irregolare*.⁶⁴ Allestita nel 1988 a Palazzo Braschi a Roma, la mostra riprende alcuni temi già emersi nella Biennale *Arte e scienza* ed è curata, non a caso, da Calvesi, questa volta affiancato da Emmer che pure aveva collaborato alla mostra *Spazio*, già citata.

⁵⁵ Altri film della stessa serie sono esposti in alcune delle mostre citate: *Dimensions* (1982) e *M.C. Escher: Symmetry and Space* (1983-1984) sono esposti nella mostra *Artisti oggi tra scienza e tecnologia* (1985), mentre *Soap Bubbles* (1978) è nella mostra *Tecnologia e informatica* (1986).

⁵⁶ 5 maggio-15 giugno 1986. La mostra è il primo nucleo dell'attuale museo triestino *Immaginario Scientifico*.

⁵⁷ Budinich et al. 1987.

⁵⁸ Lischi, Moretti 2012, 207-8.

⁵⁹ Cannizzaro 1985.

⁶⁰ Mattei 1985.

⁶¹ Da due conversazioni di chi scrive con Egildo Cavazzini e Michele Emmer, rispettivamente il 29 maggio e il 27 maggio 2020.

⁶² Osserman 1988.

⁶³ Emmer 1991, 153-4.

⁶⁴ Calvesi, Emmer 1988.

Proprio l'anno precedente vedeva la luce la traduzione in italiano di un testo fondamentale dedicato alla teoria di Mandelbrot: *The Beauty of Fractals* (1986) dei matematici Heinz-Otto Peitgen e Peter Richter,⁶⁵ autori anche del video *Exploring Fractals* (1985), esposto nella mostra romana.

Come nei precedenti casi fin qui illustrati, anche l'intento della mostra curata da Calvesi ed Emmer è realizzare «una sortita nel [...] territorio con-finario tra arte e scienza, immaginario artistico e speculazione matematica»,⁶⁶ focalizzandosi prevalentemente sulla computer art, ma estendendo il discorso critico a un territorio ben più ampio. Prima di tutto, una sezione curata da Calvesi include anche opere di arte cinetica e programmata, esposte insieme ad alcune opere di Saffaro: oli, serigrafie e litografie riproducenti dei frattali e, ancora una volta, il video *Nuove forme platoniche*. La progettualità dell'arte programmata rappresenta, secondo Calvesi, un precedente metodologico della computer art.⁶⁷ Basandosi su un programma, anche se non numerico come il software digitale, essa appare, nel contesto della mostra romana, come una sorta di antecedente analogico degli algoritmi frattali.⁶⁸

Nei testi critici per il catalogo, Calvesi e Emmer ricercano le premesse della computer art nella storia dell'arte, evocando quelle esperienze più legate al sapere tecnico-scientifico. E se Calvesi trova un antecedente non solo nell'arte programmata, ma anche nella quarta dimensione cubista, Emmer ripercorre storicamente il rapporto tra arte e matematica a partire dal *Timeo* di Platone. In tutti i temi che egli affronta, dai solidi platonici alla rappresentazione delle bolle di sapone, dalla simmetria alla quarta dimensione, l'excursus storico si conclude con il computer: secondo l'autore, il medium artistico più recente e più potente per dare immagine alle ricerche scientifiche.

Dopo circa trent'anni di computer art, negli anni Ottanta le tecnologie informatiche continuano a essere additate come una novità nella storia dell'arte, secondo una 'retorica del nuovo' che andrà ad alimentare anche i discorsi sulla cosiddetta *new media art*, a partire dal decennio successivo. E prima ancora che tali discorsi acquistino un ruolo di primo piano, gli anni Ottanta guardano al computer come lo strumento del futuro nel quale si realizza non solo il progresso scientifico, ma anche quello artistico.

⁶⁵ Peitgen, Richter 1987.

⁶⁶ Calvesi, Emmer 1988, 7.

⁶⁷ Calvesi, Emmer 1988, 112.

⁶⁸ È opinione diffusa considerare l'arte programmata come antecedente della computer art, trascurando la compresenza e la vicinanza di tali ricerche negli anni Sessanta. Tra coloro che invece sottolineano un certo parallelismo vi è Edmond Couchot (1988b, 125-38), artista cinetico prima che teorico dell'immagine digitale. Per un contributo più recente si veda Rosen 2011.

Bibliografia

- Abbado, A. (1984). *Immagini digitali e musica*. Roma: Archivio Biblioteca Quadriennale, Fondo *Il Pulsante Leggero di Rinaldo Funari*, non ordinato.
- Abbado, A. (1988). «Perceptual Correspondences of Abstract Animation and Synthetic Sound». *Leonardo Supplemental Issue*, 1, 3-5.
- Abbado, A. (2018). «La mia esperienza al Festival Arte Elettronica». Bordini, Gallo 2018, 99-101.
- Abbado, A.; Mordà, C.; Rocca, G. (1985). *Immagini con il computer. Le tecniche, l'arte*. Milano.
- Ascott, R. et al. (1986). *XLII Esposizione internazionale d'arte La Biennale di Venezia. Arte e Scienza. Biologia. Tecnologia e Informatica = Catalogo della mostra* (Venezia, 29 giugno-28 settembre 1986). Venezia.
- Budinich, P. et al. (1987). *L'immaginario scientifico. Dalla percezione alla teoria attraverso le immagini della scienza = Catalogo della mostra* (Milano, 4-12 aprile 1987). Trieste.
- Maltese, C. et al. (1985). *Artisti oggi tra scienza e tecnologia = Catalogo della mostra* (Roma, 15 aprile-12 maggio 1985). Roma.
- Bertol, D. (s.d.). *Appunti sulla grafica generativa*. Roma: Archivio Biblioteca Quadriennale, Fondo *Il Pulsante Leggero di Rinaldo Funari*, non ordinato.
- Bertol, D. (1985). *Progetti grafici in linguaggio BASIC realizzati con Commodore 64*. Roma: Archivio Biblioteca Quadriennale, Fondo *Il Pulsante Leggero di Rinaldo Funari*, non ordinato.
- Biasi, D. (1987). «Crudelity Stoffe. Dall'abolizionismo a Othar». *Computer Grafica & applicazioni*, 1(1), 118-20.
- Böhm, M. (1986). «Appunti abolizionisti». Cassanelli 1986, 100-5.
- Bordini, S. (1997). «'Ultraimmagini'. Corrado Maltese e le moderne tecnologie nelle arti visive». Marconi, S. (a cura di), *Scritti e immagini in onore di Corrado Maltese*. Roma, 95-100.
- Bordini, S. (2003). «Pittori e software». Bordini, S. (a cura di), *A memoria di byte. Storie di artisti e di computer*. Roma, 15-29.
- Bordini, S.; Gallo, F. (a cura di) (2018). *All'alba del digitale: Il Festival Arte Elettronica di Camerino*. Milano; Udine.
- Brown, P. et al. (eds) (2008). *White Heat Cold Logic. British Computer Art 1960-1980*. Cambridge; London.
- Calvesi, M. et al. (1986). *XLII Esposizione internazionale d'arte La Biennale di Venezia. Arte e Scienza = Catalogo della mostra* (Venezia, 29 giugno-28 settembre 1986). Venezia.
- Calvesi, M.; Emmer, M. (a cura di) (1988). *I frattali: la geometria dell'irregolare = Catalogo della mostra* (Roma, 16 maggio-5 giugno 1988). Roma.
- Canali, M. (1985). *Preda*. Roma: Archivio Biblioteca Quadriennale, Fondo *Il Pulsante Leggero di Rinaldo Funari*, non ordinato.
- Cannizzaro, P. (1985). «Il Pulsante Leggero». *Video Magazine*, 5(49), 78-83.
- Cassanelli, L. (a cura di) (1986). *Tracce immagini numeri = Atti dei seminari e conferenze dell'AST* (Roma, marzo-dicembre 1983). Roma.
- Ceruzzi, P.E. (2006). *Storia dell'informatica*. Milano.
- Couchot, E. (1988a). «La mosaïque ordonnée ou l'écran saisi par le calcul». *Communications*, 48, 79-87. Trad. it.: «Il mosaico ordinato o lo schermo conquistato dal calcolo». Amaducci, A.; Gobetti, P. (a cura di), *Video Imago*. Milano, 1994, 221-31.
- Couchot, E. (1988b). *Image. De l'optique au numérique*. Paris.
- Couchot, E.; Hillaire, N. (2003). *L'art numérique. Comment la technologie vient au monde de l'art*. Paris.
- Eletti, V. (1982). «Computer o caro». *Zoom*, 3(16), s.p.
- Emmer, M. (1991). *La perfezione visibile. Matematica e arte*. Roma; Napoli.
- Fagone, V. (1986). «Sintetiche e sofisticate». *Video Magazine*, 6(51-52), 90-5.
- Fantini, M.; Melli, P. (1985). *L'elaboratore elettronico e l'arte*. Roma: Archivio Biblioteca Quadriennale, Fondo *Il Pulsante Leggero di Rinaldo Funari*, non ordinato.
- Favero, R. (1983). *Guida all'informatica grafica in Italia*. Milano.
- Ferzetti, F. (1983). «Computer & fotografia». *Fotografare*, maggio, 56-9.
- Fratti, L. (1984). «Ecco a voi il videodisco». *Video Magazine*, 4(31), 48-9.
- Funari, R. (1987). «Il Pulsante Leggero». *Computer Grafica & applicazioni*, 1(1), 122-30.
- Gerosa, I. (2010). *Il pozzo dei desideri*. Roma.
- Iannelli, F. (1985). «Graffiti elettronici». *Video Magazine*, 5(45-6), 42-7.
- Lagonigro, P. (2019). «Pittura elettronica in fieri. Il processo artistico esibito in alcune opere di computer art italiana». Bertuzzi, A.; Pollini, G.; Rossi, M. (a cura di), *In Corso d'Opera 3. Ricerche dei dottorandi in Storia dell'arte della Sapienza*. Roma, 203-10.
- Lischi, S.; Moretti, S. (a cura di) (2012). *Gianni Toti o della poetronica*. Pisa.
- Luccio, F. (2007). *L'informatica: lo sviluppo economico, tecnologico e scientifico in Italia*. Firenze.
- Maltese, C. (1989). *Per una storia dell'immagine. Da Leonardo alla computer art*. Roma.
- Mantaut, E. (1985). «Protagonista è il computer». *Il Giornale*, 18 maggio, 16.
- Mattei, C. (1985). s.t. Polzonetti, A.; Verdarelli, P. (a cura di), *Atti del Festival dell'arte elettronica* (28-30 novembre 1985). Camerino, 19-21.
- Mattei, M.G. (a cura di) (1996). *Correnti Magnetiche. Immagini virtuali e installazioni interattive = Catalogo della mostra* (Perugia, 11-25 maggio 1996). Perugia.
- Osserman, R. (1988). «I frattali, frontiere del caos». Calvesi, Emmer 1988, 71-83.
- Paladini, C. (1982). «All'anima del calcolatore». *Radiocorriere TV*, 59(18), 82-5.
- Peitgen, H.O.; Richter, P. (1987). *La bellezza dei frattali: immagini di sistemi dinamici complessi*. Torino.
- Pesci, F. (a cura di) (1991). *Lucio Saffaro. Lo specchio dell'infinito = Catalogo della mostra* (Bassano del Grappa, 19 ottobre - 1 dicembre 1991). Bassano.
- Reichardt, J. (ed.) (1968). *Cybernetic Serendipity. The Computer and the Arts = Exhibition Catalogue* (London, August 2 - October 20, 1968). London.
- Rosen, M. (2011). «The Art of Programming. The New Tendencies and the Arrival of the Computer as a Means of Artistic Research». Rosen, M. (ed.), *A Little-Known Story about a Movement, a Magazine, and the Computer's Arrival in Art: New Tendencies and Bit International, 1961-1973*. Karlsruhe; London, 27-42.

- Salvemini, M. (1985). «Il sogno di Bertram». *Bit*, 8(59), 116-20.
- Serenelli, M. (a cura di) (1982). *Pinocchio nel paese degli artisti = Catalogo della mostra* (itinerante, 1982). Milano.
- Snow, C.P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge. Trad. it.: *Le due culture*. Milano, 1964.
- Vanzetti, G. (1983). «L'immagine numerica». Vitalone, L. (a cura di), *La nuova immagine del mondo = Atti dei seminari* (Porretta Terme, Bologna, 1982-3). Bologna, 122-6.
- Vanzetti, G. (1984). «Cartoni animati e calcolatore». Traini, R. (a cura di), *Lucca 16. Salone internazionale dei comics, del film d'animazione e dell'illustrazione*, Roma, 36-7.
- Veronesi, L. (1977). *Proposta per una ricerca sui rapporti fra suono e colore*. Milano.
- Zane, M. (2008). *Storia e memoria del personal computer. Il caso italiano*. Milano.