



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

3

OVVERO

PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

13^a edizione

17 DICEMBRE 2015 - ORE 20.30

IL GRANDE GIOCO

L'AFFASCINANTE LINGUAGGIO DELLA SIMMETRIA

Giuseppe Mussardo

SISSA | SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI

CENTRO CONGRESSI FEDERICO II - VIA PARTENOPE, 36 - NAPOLI

COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVVERO

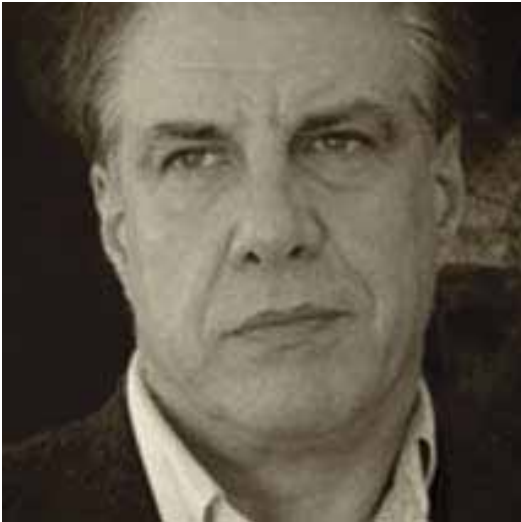
PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

IL GRANDE GIOCO. L'AFFASCINANTE LINGUAGGIO DELLA SIMMETRIA di <i>Giuseppe Mussardo</i>	5
POESIA: LA SORPRESA DELLA SIMMETRIA di <i>Giancarlo Alfano</i>	7
LA SIMMETRIA E LA CHIMICA: RADICI NEL MICRO, BELLEZZA NEL MACRO di <i>Alessandro Pezzella</i>	9
LA SIMMETRIA IN ARCHITETTURA di <i>Alessandro Castagnaro</i>	11

**Un excursus attraverso la storia e i temi della teoria dei gruppi
e di come quattro semplici relazioni matematiche siano diventate
compagne inseparabili delle leggi fisiche**

Gli articoli degli incontri si trovano all'indirizzo

www.comeallacorte.unina.it



Giuseppe Mussardo è Professore di Fisica teorica presso la SISSA | Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste, dove coordina il gruppo di Fisica Statistica, da lui fondato nel 2000. È responsabile anche del corso di PhD associato. È Direttore Editoriale della rivista scientifica *Journal of Statistical Physics and Applications (JSTAT)* e membro dell'*Editorial Board* di *Nuclear Physics B*. Consulente scientifico dell'*Abdus Salam International Centre of Theoretical Physics* (Trieste) e dell'*International Institute of Physics* (Natal-Brazil).

Autore delle monografie scientifiche "*Statistical Field Theory. An Introduction to Exactly Solved Models in Statistical Physics* (Oxford University Press 2010)" e "*Il Modello di Ising. Introduzione alla Teoria dei Campi e delle Transizioni di Fase*" (Bollati-Boringhieri 2006).

Autore di un centinaio di pubblicazioni scientifiche e di diversi articoli divulgativi di storia della scienza.

Ha lavorato presso diversi centri di ricerca internazionali, quali *University of California* (Santa Barbara), *l'Ecole Normale Supérieure* (Parigi), *l'Istituto Niels Bohr* (Copenhagen).

Alla SISSA è anche Direttore del Laboratorio Interdisciplinare di Scienze Naturali e Umanistiche il cui scopo è quello di esplorare i rapporti tra la cultura scientifica e quella umanistica, promuovendo eventi pubblici e iniziative focalizzate sulla scienza, l'arte, la filosofia e la storia.

Autore di quattro film-documentari: *Boltzmann. Il genio del disordine* (2007); *Chandra. Il viaggio di una stella* (2009); *Abdus Salam. The Dream of Symmetry* (2011); *Maksimovic. La Storia di Bruno Pontecorvo* (2013).

Per la sua attività di divulgazione scientifica ha ricevuto il premio *Outreach 2013* della Società Italiana di Fisica.



IL GRANDE GIOCO. L'AFFASCINANTE LINGUAGGIO DELLA SIMMETRIA

Giuseppe Mussardo

Professore di Fisica teorica
SISSA | Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

Si immagini un gigantesco fiocco di neve che viva in uno spazio fatto da 196.884 dimensioni, un mondo che non è lo stesso se visto allo specchio, acceleratori in cui particelle elementari mostrino strane proprietà di decadimento, orbitali atomici dalle raffinate conformazioni spaziali o la cristallina bellezza della superficie di un diamante, geometrie dello spazio-tempo come quadri di Escher, il piccolo teorema di Fermat o il più grande teorema che la Matematica abbia mai dimostrato, e poi solidi platonici e cubi di Rubik...

Questa è la storia di un incredibile avventura matematica che ha origine in un duello svoltosi a colpi di pistola nella Francia post-napoleonica e che, a distanza di oltre duecento anni, ha portato ad una visione di estrema profondità di tutte le leggi dell'Universo. È la storia di come gli scienziati abbiano via via imparato l'affascinante linguaggio della simmetria e di come lo abbiano poi usato per svelare la bellezza delle leggi fisiche fondamentali, su una gamma incredibile di scale di lunghezza che vanno dall'infinitamente piccolo alla vastità smisurata delle galassie e del cosmo.

"La bellezza è verità, la verità bellezza".
La famosa citazione di John Keats è diventata sempre più uno dei paradigmi più duraturi della scienza moderna ed ha trovato il suo formalismo

più congeniale nella Teoria dei Gruppi, sia di quelli discreti che continui, sia di quelli finiti che infinito-dimensionali.

In matematica, il nome "gruppo" si riferisce ad un insieme di oggetti connessi tra loro da operazioni matematiche: se si applica una di queste operazioni ad un elemento del gruppo, il risultato è nient'altro che un altro elemento del gruppo. Supponiamo, ad esempio, di avere un cubo con le facce tutto dello stesso colore: si ruoti il cubo di 90, 180 o 270 gradi intorno ad una delle facce, il risultato è che il cubo apparirà sempre lo stesso. Lo si ribalti e di nuovo apparirà lo stesso. Si esca dalla stanza e si lasci fare a un amico una qualsiasi di queste operazioni: ritornando dentro, non saremo mai in grado di sapere quali di queste operazioni egli abbia eseguito, perché il cubo apparirà sempre lo stesso. Le ventiquattro rotazioni di un cubo formano il gruppo di simmetria, finito, di questo oggetto. Insieme a questo, esistono però innumerevoli altri gruppi finiti: quelli cosiddetti *semplici* sono le unità atomiche della simmetria, ovvero le unità fondamentali su cui basare ogni altra possibile legge di simmetria.

La sola classificazione dei gruppi semplici finiti ha richiesto più di 15.000 pagine di dimostrazioni, impegnando nel corso di vari decenni più di 100 matematici. Questo gigantesco *tour de force*, noto sotto il nome dell'"*Enorme Teorema*", pone ordine nelle leggi della simmetria e ne regola con precisione straordinaria ogni sua possibile realizzazione: secondo questo teorema, infatti, ogni simmetria può essere ridotta a una di quattro famiglie regolari o a una facente parte di ventisei



eccezioni. Secondo l'Enorme Teorema, cioè, siamo in presenza di una "tavola periodica" delle leggi della bellezza, tavola periodica che gioca lo stesso ruolo di quella di Mendeleev per la chimica.

Il concetto di simmetria si è dimostrato fondamentale in svariati campi scientifici, come ad esempio nella formulazione della meccanica quantistica, nella cristallografia, nella geometria, nella classificazione delle transizioni di fase e nel campo relativo alle particelle elementari e alle interazioni fondamentali. Il Modello *Standard* – pietra miliare nella Scienza, in cui sono riassunte tutte le nostre conoscenze sulle leggi ultime del mondo fisico – deve infatti la sua origine e il suo fondamento nella Teoria dei Gruppi. *Quarks*, elettroni, neutrini, campi di *gauge* e campi di Higgs altro non sono, infatti, che rappresentazioni irriducibili di gruppi di simmetria – leggi di simmetrie che sono in grado di determinare an-

che la dinamica di queste particelle e le equazioni matematiche che la descrivono. Persino la proprietà più importante di una particella elementare, ovvero la sua massa, può essere spiegata con idee legate alla teoria dei gruppi, quali quelli della rottura spontanea di una simmetria – idee sviluppate agli inizi degli anni '60 e verificate poi trionfalmente nel 2012 con la scoperta del famoso bosone di Higgs al *Large Hadron Collider* del CERN, vicino Ginevra.

In un *excursus* che tocca tappe decisive della Fisica e Matematica e che mette in primo piano figure di grande rilievo della storia, della scienza, tra cui Evariste Galois, Sophus Lie, Felix Klein, Eugene Wigner, Hermann Weyl, John Conway, Nikolas Bourbaki e il fisico italiano Giulio Racah, il seminario *Il Grande Gioco* si propone di illustrare le idee e le applicazioni di un tema scientifico di straordinaria fecondità, bellezza e complessità.





POESIA: LA SORPRESA DELLA SIMMETRIA

Giancarlo Alfano

Professore di Letteratura italiana
Università degli Studi di Napoli Federico II

La rima *cuore: amore*, si sa, è la più banale. Se poi ci aggiungi anche *fiore*, rischi di fare la figura del cantante della domenica. Non si può, allora, non essere sorpresi quando si osserva che proprio con questa rima inizia il *Canzoniere* di Petrarca, autentico atto di nascita della lirica moderna:

Voi ch'ascoltate in rime sparse il suono
di quei sospiri ond'io nudriva 'l core
in sul mio primo giovanile errore
quand'era in parte altr'uom da quel ch'ì sono,
del vario stile in ch'io piango et ragiono
fra le vane speranze e 'l van dolore,
ove sia chi per prova intenda amore,
spero trovar pietà, nonché perdono.

Petrarca al Festival di Sanremo? Il capolavoro della poesia occidentale apparentabile agli acuti di Al Bano e Romina? Perché no, in fondo si tratta pur sempre delle solite sciocchezze sentimentali, malignerà qualcuno. Eppure, se osserviamo questi versi da vicino, ci accorgiamo che le parole in rima sono orchestrate in maniera per nulla banale. Da una parte, infatti, *cuore* e *amore* sono associate all'*errore* e al *dolore*, così che il positivo si trova cucito a maglie strette col negativo; dall'altra, *suono* e *sono* – sostantivo e verbo – vengono tra loro sovrapposti e rilanciati verso la stridente

associazione di *ragiono* e *perdono*. Il poeta dunque "è" solo un "suono" che esprime il "dolore" provocato da un "amore", per il quale oggi chiede "perdono" perché un tempo esso lo ha indotto in "errore".

Si potrebbe rifare lo stesso esperimento anche con altri maestri della rima, come per esempio Shakespeare e Baudelaire; il risultato sarebbe, più o meno, sempre lo stesso: la distribuzione in fine di verso di parole associate da una parziale o totale identità di suono produce infatti in ogni caso un significato ulteriore rispetto a quello realizzato dalla semplice successione delle parole. Questa valorizzazione semantica di pure sequenze sonore è probabilmente il contributo più significativo che la simmetria offre all'arte verbale: quel che sembrava solo un esteriore abbellimento eufonico si rivela una procedura essenziale della comunicazione estetica, capace di incidere direttamente sul pensiero. La poesia, insomma, ci fa conoscere le cose attraverso la simmetria.

Simmetria che non agisce solo al livello della rima, ma nella complessiva composizione dei componenti, come spiegò il celebre linguista Román Jakobson quando disse che la poesia proietta l'asse della selezione sull'asse della combinazione. D'abitudine, quando parliamo o scriviamo nella vita ordinaria, noi selezioniamo – via via che esprimiamo il nostro pensiero – le parole che ci sembrano più adatte e le combiniamo col resto del nostro discorso seguendo le regole della lingua che in quel momento stiamo utilizzando. Quando invece ci misuriamo col linguaggio poetico, abbiamo la



possibilità di far coesistere le diverse possibilità, i diversi termini, sistemandoli in punti strategici del nostro componimento, così da realizzare delle associazioni imprevedute. La distribuzione sull'asse sintagmatico (quello della combinazione) dell'asse paradigmatico (quello della selezione) mette in contatto parole e pensieri cui, in un primo tempo, non avevamo pensato: questo "impensato" ci stupisce inducendoci a considerare in maniera differente quel che ci pareva scontato.

«È del poeta il fin la meraviglia», disse del resto Giovanbattista Marino. Perché appunto il linguaggio poetico sospende le sequenze ordinarie del discorso, realizza lo "straniamento" delle abitudini comunicative, e getta una nuova luce sul mondo che ci circonda. Esattamente come spiegò 2.500 anni fa Aristotele: si conosce solo grazie al *thaumazein*, alla sorpresa, all'associazione impreveduta di parole, cose e concetti. Sorpresa che ci allarga la bocca in un

sorriso divertito. Come succede con questi altri, celebri versi di Guido Gozzano, il quale, rivolgendosi alla sua "signorina Felicità", le dice così:

Tu non fai versi. Tagli le camicie
per tuo padre. Hai fatto la seconda
classe, t'han detto che la terra è tonda,
ma non ci credi... E non mediti Nietzsche...
mi piaci. Mi faresti più felice
d'un intellettuale gemebonda...

Sconcertante simmetria, che, sovrapponendo le ordinarie *camicie* con la filosofia sublime di Friedrich Nietzsche, fa baluginare la possibilità di essere *felice*. Un sorriso, una bocca che si apre, la sorpresa per una battuta divertente, e per una verità che ci colpisce come una voce all'improvviso nel silenzio della notte.





LA SIMMETRIA E LA CHIMICA: RADICI NEL MICRO, BELLEZZA NEL MACRO

Alessandro Pezzella

Professore di Chimica organica
Università degli Studi di Napoli Federico II

Quando, parlando di chimica, si fa riferimento a "oggetti" simmetrici l'immagine che arriva alla mente più spesso è quella della molecola del benzene. Ma quando si va in là sulla scala delle dimensioni, quando si passa dalle molecole che si estendono per nanometri (la millesima parte della millesima parte del millimetro) agli oggetti per noi "quotidiani" (dal millimetro in su) allora simmetria richiama i fiocchi di neve. In quel momento, nel passaggio dal mondo molecolare al mondo quotidiano la Simmetria diventa Bellezza.

E dunque, resistendo alla tentazione di parlare di Simmetria dal punto di vista della sua identità, proviamo a seguirne la strada che dal mondo della Chimica la porta al nostro mondo quotidiano e nella nostra cultura artistico-scientifica.

Il Benzene, la sostanza chimica nostro punto di partenza, ha un nome che ricorda quello di un più famoso combustibile e in effetti ne condivide per certi versi la natura chimica: è composto da atomi di carbonio ed idrogeno. Ma per una molecola sono determinanti anche altre cose: il numero di atomi che la compongono e come sono disposti tra loro. Sei, sei atomi di carbonio e sei atomi di idrogeno si ritrovano insieme per formare la molecola del benzene e, per delle leggi che si "prendono cura del mondo"

da miliardi di anni, questi atomi del benzene si dispongono secondo una figura che ci è familiare dalla infanzia: un esagono. Una figura, l'esagono, la cui semplicità è seconda a poche altre (il cerchio, il quadrato, ...) e che è stata scelta per posizionare nei vertici i sei atomi di carbonio del benzene. Come mai? Una risposta, non banale, viene dalla geometria che per dividere un cerchio in sei parti uguali usa l'esagono in esso inscritto. E i sei atomi di carbonio tra loro uguali come tutti gli atomi, come potrebbero disporsi se non condividendo spazi uguali della stessa molecola? Potremmo iniziare a parlare di Armonia.

Nella nostra scala quotidiana, l'esagono continua a stupirci questa volta come ispirazione per le forme della Natura: i cristalli di neve un esempio affascinante. Molti forse conosceranno le foto artistiche di Ken Libbrecht.

Dove nasce questa bellezza? Ancora una volta da tre atomi, qui un ossigeno e due idrogeni, i costituenti della culla della vita, l'acqua le cui molecole quando lentamente passano in forma di ghiaccio si ordinano lungo percorsi esagonali che regalano la loro architettura ai fiocchi in cui si aggregano. E ancora una volta all'origine di questo disegno, le leggi per cui atomi e molecole si organizzano nel mondo microscopico.

In questa brevissima passeggiata non abbiamo cercato una definizione di Simmetria e neppure degli elementi di simmetria nelle molecole... Rimandiamo la ricerca ad altra volta, stasera ricordiamoci di come la Simmetria sappia portarci la bellezza dal mondo molecolare

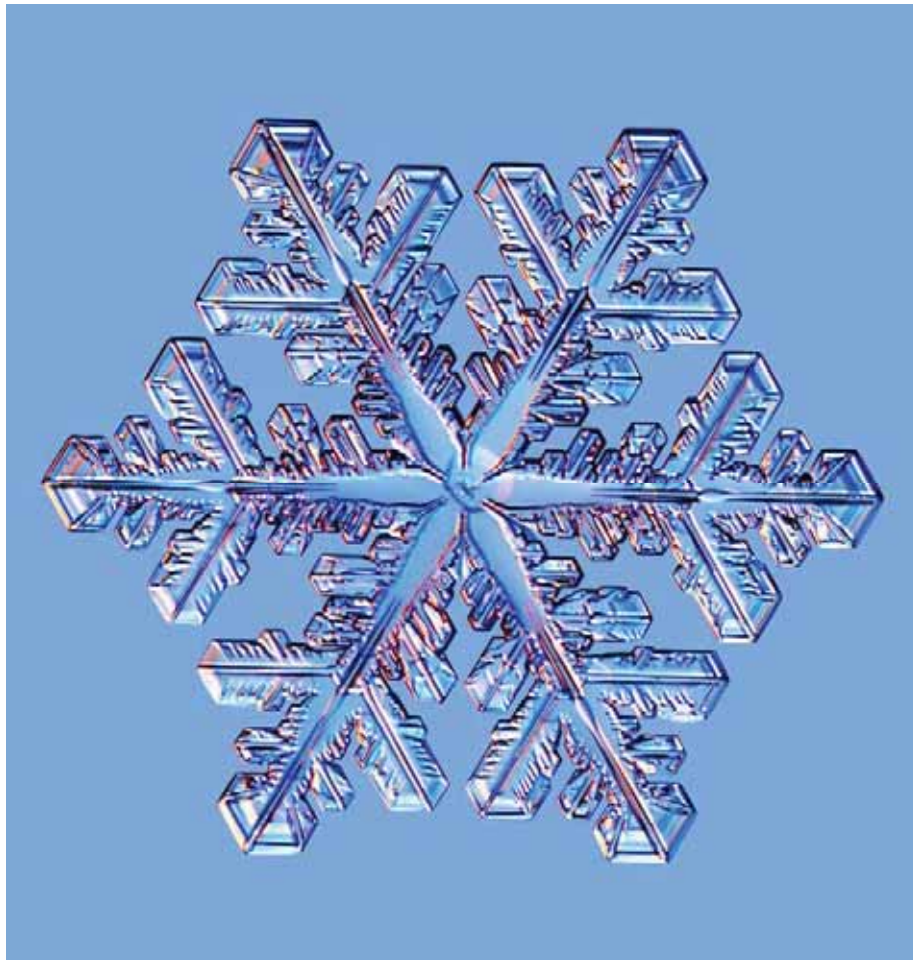


UNIVERSITÀ D STUDI DI NAPOLI FEDERICO II COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

Il grande gioco. L'affascinante linguaggio del 1 a simmetria

alla nostra esperienza quotidiana e di come tutto questo sia legato all'Armonia. Forse uno spunto

dalla Chimica per tanti campi in cui un singolo si aggrega in milioni.





LA SIMMETRIA IN ARCHITETTURA

Alessandro Castagnaro

Professore di Storia dell'architettura
Università degli Studi di Napoli Federico II

Come per qualunque alternanza di opposti - luce/buio, organico/razionale, vaso/involucro - assume un ruolo fondante nell'architettura la dicotomia simmetria / asimmetria.

In particolare è il primo dei due termini che assurge, sin dagli albori della storiografia, a matrice informativa e regola massima e, non a caso, Vitruvio Pollione, uno tra i più antichi e autorevoli riferimenti teorici nel suo *De Architectura*, costituito da dieci libri, disquisisce a lungo sulla *symmetria* partendo dall'analogia con parti duplici e simmetriche del corpo umano. Per il Maestro Simmetria è - assieme all'ordinazione, la disposizione, l'euritmia, il decoro, la distribuzione - una delle sei categorie nelle quali si riassume fondamentalmente tutta l'estetica vitruviana affrancandosi dal significato che per molti aveva assunto di mero rapporto di esatta conformità fra due parti o oggetti di un tutto. " La simmetria - egli scrive - a sua volta consiste nell'accordo armonico delle parti dell'opera stessa fra loro e nella corrispondenza fra ciascuna parte singolarmente presa e la configurazione complessiva, sulla base di una parte calcolata come modulo."

Tutta l'architettura, per lui, si sarebbe dovuta basare sulle forme dell'uomo, in una visione antropometrica che rappresenta un altro caposaldo della cultura architettonica antica e moderna. Una definizione ricca di connotazioni e

simbolismi, come quello degli ordini architettonici, che sfocia in un processo che apre le porte, grazie anche agli apporti di de Saussure, alle successive analisi semantiche. Avvicinandoci alla trattazione attuale della simmetria, è noto che essa ha caratterizzato tutta l'architettura moderna fino ai primordi di quella contemporanea. Dalla bilateralità di Villa Capra, detta La Rotonda, di Palladio nella pianura vicentina, all'assialità delle composizioni di facciata e di pianta di opere come tutti i grandi impianti architettonici classici e neoclassici, da San Pietro in Vaticano alla vanvitelliana reggia di Caserta, la simmetria ha, quindi, rappresentato il mondo classico anche quando, nella ricerca successiva, è divenuto anticlassico. Come è avvenuto, ad esempio, nel codice manierista dove coesistono dicotomie norma/deroga, natura/artificio e dove elementi antropomorfi, zoomorfi e fitomorfi sembrano penetrare nella composizione architettonica ma, sempre senza rinunciare all'impianto simmetrico originario. O, ancora, nel momento dell'arte barocca, in cui si assiste al continuo ricorso al simbolismo e agli artifici della retorica che vanno dalle attrattive di una plastica rigonfia e di una vivace decorazione a quell'offerta dalla natura dei materiali e della luce, fino alla dinamica spettacolare dell'azione teatrale. Ma è nell'età contemporanea che la simmetria diventa punto di riferimento in opposizione quando, la forte volontà di rinnovamento, propria della scuola del *Bauhaus* (1919), si esprime in una serie di istanze che rivoluzionarono la percezione dell'architettura e dell'arte in genere, ed il suo stesso processo formativo. Fu l'introduzione del concetto di



quarta dimensione, presa a prestito dal cubismo - rappresentata dal tempo occorrente per fruire di un'opera nella sua globalità - che sancì l'opposizione dialettica alla simmetria di matrice tradizionale. I principi generali del Movimento Moderno, anche sulla scorta della lezione delle Avanguardie Figurative, dal punto di vista architettonico diventano, tra gli altri, il rifiuto di ogni codice del passato e il dinamismo della conformazione architettonica. Fino a portare l'asimmetria a regola compositiva nella progettazione architettonica creando, in tal modo, il paradosso di una libertà compositiva fino all'exasperazione di Bruno Zevi che considera la stessa "imprescindibile, norma inviolabile". Tornata brevemente in crisi con l'architettura prorazionalista e, poi, con il Postmodernismo (L. Krier, A. Rossi, G. Grassi), l'asimmetria si è affermata nuovamente con il Decostruttivismo, la corrente che nasce a metà degli anni ottanta del ventesimo secolo. Le origi-

ni del decostruzionismo - la cui caratteristica principale è la sua non-univocità e multilateralità - affermatosi negli anni Settanta, sono da ricercarsi nel pensiero del filosofo francese Jacques Derrida "destabilizzazione della purezza formale".

Tra i maggiori architetti che operano in tale ambito Peter Eisenman, Zaha Hadid, Daniel Libeskind e Frank Gehry i quali si attengono all'assunto che "Il Decostruttivismo, ribaltando i canoni classici di simmetria ed armonia, rende amplificato nell'osservatore il malessere della congestione caotica della società moderna dove non ci sono più punti fissi di riferimento, creando quel senso di smarrimento e attonito malessere che l'uomo contemporaneo vive, senza essere più in grado di poter contare su certezze ma solo su frammentazione e discontinuità".

In definitiva la simmetria o per accettazione o per opposizione resta uno dei capisaldi del fare architettura.



ORGANIZZAZIONE A CURA DEL
CENTRO DI SERVIZIO DI ATENE PER IL COORDINAMENTO DI PROGETTI SPECIALI E L'INNOVAZIONE ORGANIZZATIVA

