

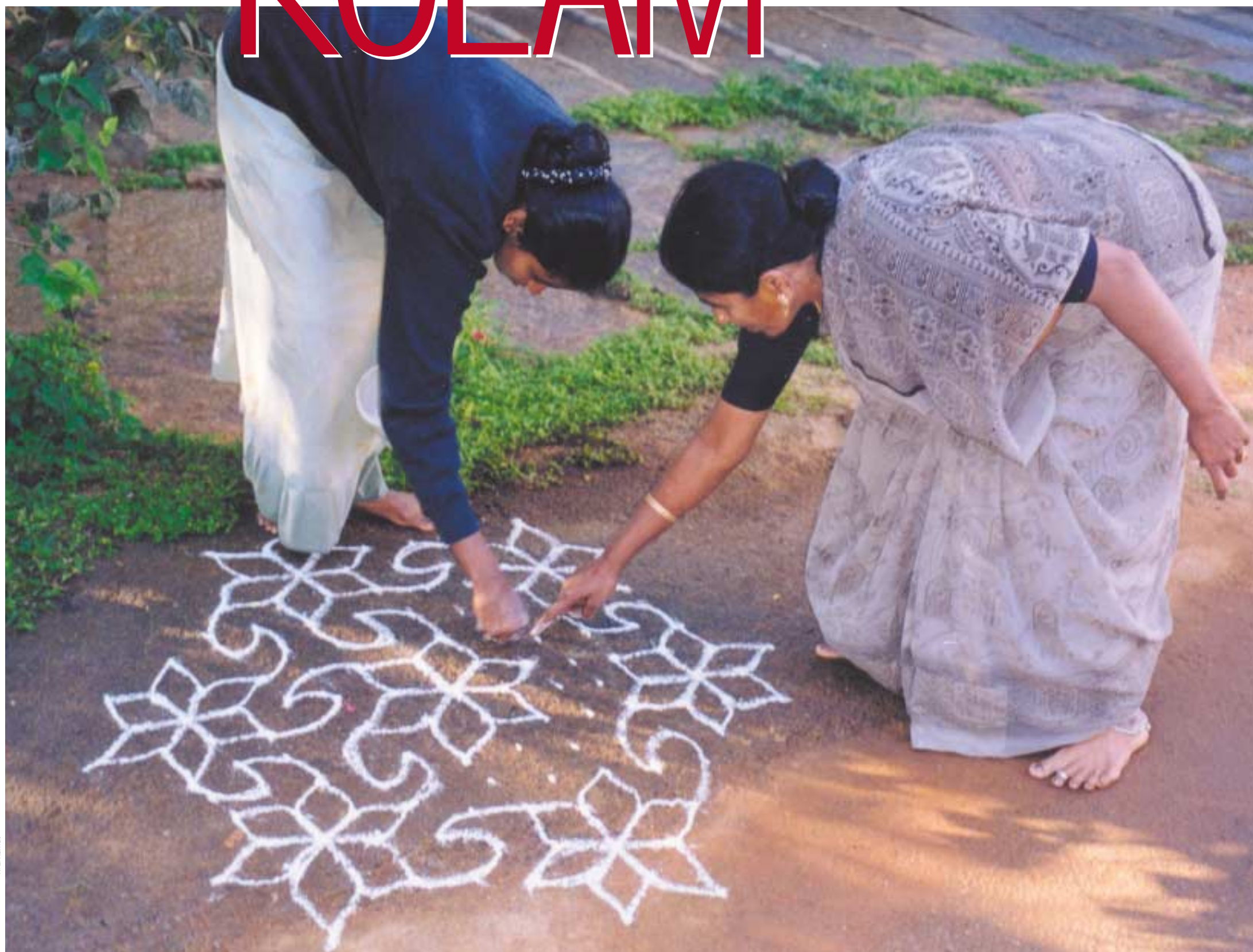
La tradizione

KOLAM

di Marcia Ascher

Un tipo particolare di disegni in uso nell'India meridionale
esprime concetti matematici e ha attratto
l'attenzione degli studiosi di scienza dei calcolatori

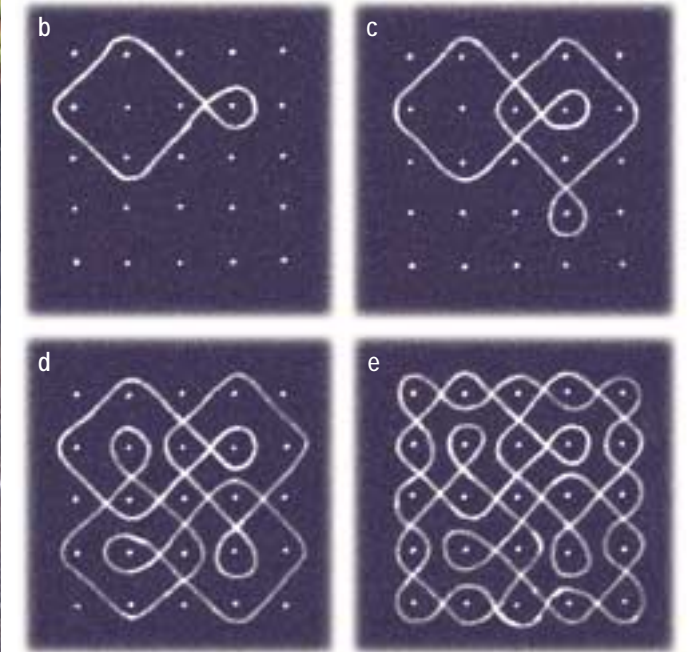
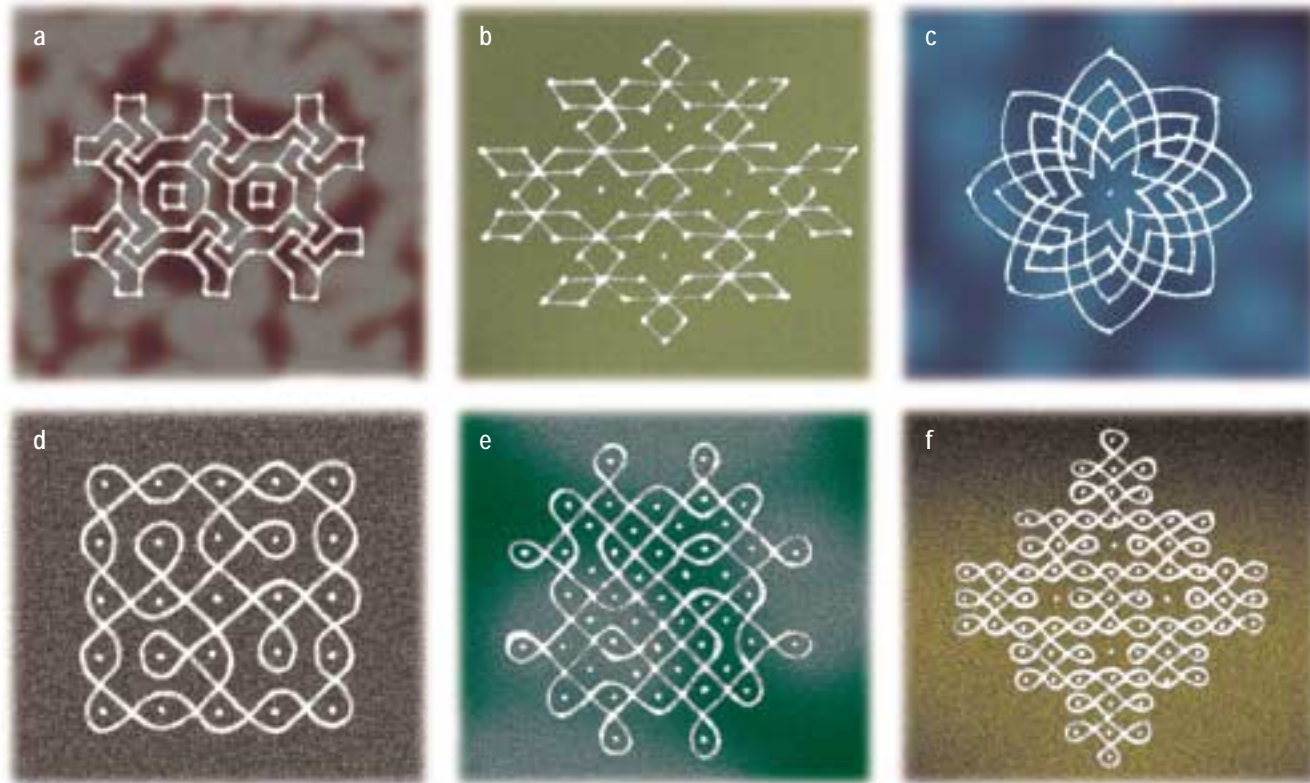
Questo articolo è stato pubblicato originariamente su «American Scientist», vol. 90, gennaio-febbraio 2002, con il titolo *The Kolam Tradition*.



K. L. Kamal

È tradizione nel Tamil Nadu, in India meridionale, che le donne ogni mattina spazzino la soglia di casa, la cospargano di una soluzione di acqua e sterco di vacca e ricoprono l'area con elaborate figure simmetriche, tracciate usando polvere di riso. Depositano quest'ultima facendola scendere fra il dito medio e l'indice e usando il pollice per regolare il flusso. Secondo la tradizione, lo sterco di vacca pulisce e purifica il terreno e lo spargimento della polvere di riso fa iniziare la giornata con un atto di generosità, in quanto fornisce cibo alle formiche e ad altri insetti. Le ragazze imparano il rituale kolam dalle loro parenti più anziane, e l'abilità in questa pratica è considerata un segno di grazia e una dimostrazione di destrezza, disciplina mentale e capacità di concentrazione. I disegni kolam che appaiono ogni giorno sulle soglie delle case del Tamil Nadu sono rimarchevoli sotto molteplici aspetti. Al di là del loro significato nella cultura tamil, sono un esempio inconsueto dell'espressione di concetti matematici in un ambito culturale. Inoltre, in anni recenti, le figure kolam hanno attratto l'attenzione degli informatici interessati all'analisi e alla descrizione di immagini mediante linguaggi grafici. Le mie ricerche si concentrano sull'indagine delle diverse espressioni dei concetti matematici in vari ambiti culturali. Simili studi sono complementari a quelli che si occupano dell'evoluzione della matematica moderna, e riguardano tradizioni orali e culture che non sono normalmente considerate parte della scienza matematica. La mia definizione orientativa di concetti matematici è che si tratti di quelli che riguardano numeri, logica, configurazioni spaziali e soprattutto la loro organizzazione in sistemi e strutture. Di particolare interesse sono i casi in cui questi concetti sono visti dalle stesse persone che li utilizzano come conoscenze importanti da imparare e trasmettere con cura.

NEL TAMIL NADU LE MADRI INSEGNANO ALLE PROPRIE FIGLIE come realizzare le figure kolam, che decorano le soglie delle case. Imparare questa tecnica è da secoli una parte importante dell'educazione di una ragazza. Negli ultimi decenni la tradizione kolam ha attratto l'interesse degli informatici interessati all'analisi e alla descrizione di immagini mediante linguaggi a figure. L'autrice, che da tempo studia l'espressione di concetti matematici in varie culture, descrive in questo articolo il contributo dato dalla tradizione kolam alla scienza dei calcolatori.



Negli ultimi 700 anni sono esistite sulla Terra almeno 6000 culture differenti (se si definiscono le culture come comunità linguistiche mutuamente esclusive). La ricerca di concetti matematici facenti parte di tradizioni orali richiede in genere il riesame, da un punto di vista matematico, del lavoro e dei materiali raccolti da antropologi, archeologi, linguisti e storici della cultura.

Fra i numerosi contesti culturali in cui compaiono concetti matematici vi sono l'archiviazione, la realizzazione di calendari, la costruzione di edifici, la decorazione, la navigazione, l'organizzazione familiare, la cartografia, la divinazione e la religione. Essenzialmente, la sovrapposizione dei concetti di tempo, spazio e ordine al mondo naturale, soprannaturale e sociale può coinvolgere concetti matematici.

Per esempio, gli Inca idearono un metodo di registrazione che si basava su un sistema numerico-logico costituito da cordicelle colorate e annodate; nel metodo di navigazione tradizionale delle popolazioni delle Isole Marshall, strutture bidimensionali fatte di steli di palma legati con fibre di cocco fungevano da rappresentazioni planari della concettualizzazione del gioco di correnti e terre emerse; e la divinazione in Madagascar si basava sulla costruzione di matrici di semi mediante un complesso algoritmo algebrico includente una logica a due valori. (Robert Ascher e io abbiamo scritto nel 1981 un libro che descriveva il sistema

LE FIGURE KOLAM SI DIFFERENZIANO AMPIAMENTE PER LO STILE. Tutti questi esempi partono da una griglia di punti; nelle figure a, b e c i punti vengono connessi, mentre nelle altre le curve girano loro attorno. Le figure c, e ed f sono eseguite tradizionalmente come curve chiuse continue; gli osservatori hanno notato che d non viene tracciata in questo modo, anche se potrebbe essere disegnata come una singola curva chiusa. Si notino i diversi tipi di simmetria delle figure: simmetria rispetto a una linea centrale, orizzontale o verticale, e simmetria rotazionale intorno a un punto centrale, per rotazioni di 45 gradi (c), 90 gradi (d) e 180 gradi (e).

IN SINTESI

- La cultura del Tamil Nadu, nell'India meridionale, presenta una peculiarità notevole sotto diversi aspetti: le donne usano tradizionalmente tracciare sul terreno davanti alla soglia di casa, con polvere di riso, motivi geometrici altamente elaborati. È questo il cosiddetto rituale kolam.
- Anche se numerosi sono gli esempi di culture in cui si riscontra la presenza di elementi matematici, ciò che distingue la tradizione kolam è che essa è servita a introdurre nuovi concetti in un settore di ricerca scientifica: la scienza dei calcolatori.
- Le figure kolam raggruppate in famiglie hanno richiamato soprattutto l'interesse degli studiosi di informatica teorica, che si occupano dell'analisi e della descrizione di immagini per mezzo di linguaggi a figure, i quali sfruttano insiemi di unità di base e semplici regole formali per combinare queste unità. Lo studio dei linguaggi a figure è molto affine alla teoria formale del linguaggio, un settore di ricerca inaugurato 45 anni fa con lo studio dei linguaggi naturali da parte di Noam Chomsky.

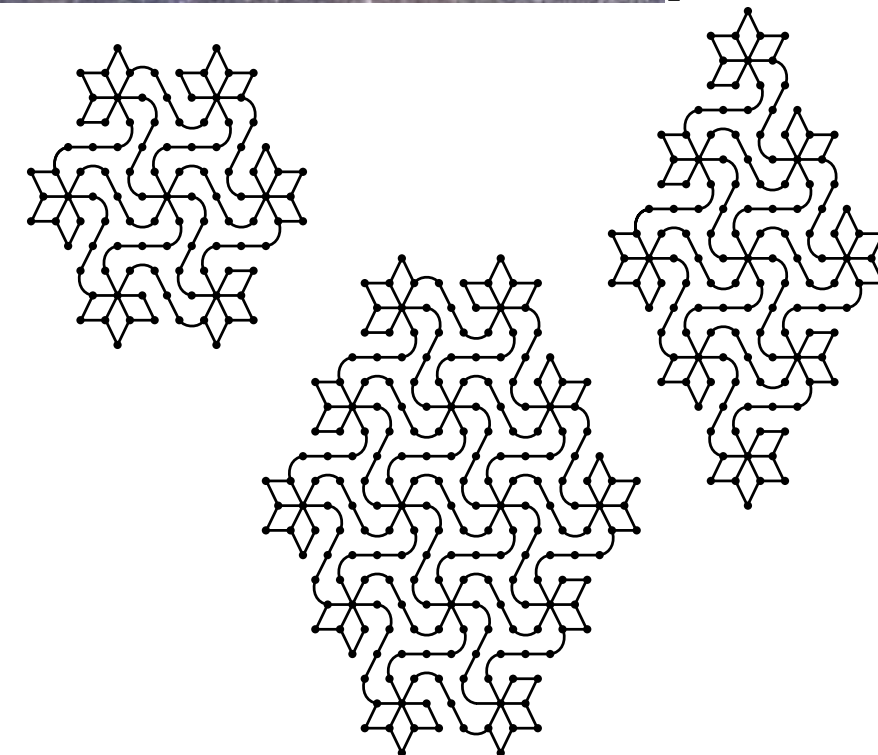
inca; in seguito io ho presentato in dettaglio gli altri due esempi, insieme con numerosi altri.)

Ciò che distingue la tradizione kolam dagli altri esempi da me studiati è che essa ha contribuito direttamente a un settore di ricerca scientifico: queste complesse figure sono entrate nel territorio della scienza dei calcolatori. Esse hanno fornito materiale adatto a chiarire i me-

todi noti di analisi e descrizione di immagini e hanno anche ispirato la creazione di metodi nuovi.

Le figure kolam

La tradizione kolam del Tamil Nadu esiste da secoli e rimane una pratica comune per le donne che abitano sia in città sia in campagna, da quelle che



ALCUNE FIGURE KOLAM COSTITUISCONO FAMIGLIE i cui membri presentano caratteristiche in comune oppure derivano l'uno dall'altro. Questi tre kolam appartengono alla famiglia del Rampicante Parijatha. Nella formazione delle famiglie si manifestano con particolare evidenza concetti matematici. Gruppi di informatici hanno tentato di ideare linguaggi a figure capaci di descrivere le famiglie di kolam.

hanno studiato all'università alle meno istruite. In anni recenti, molte donne hanno sostituito al riso polveri minerali disponibili in commercio, gesso o inchiostro, e molte che hanno lasciato il Tamil Nadu spesso proseguono questa pratica nella loro nuova residenza.

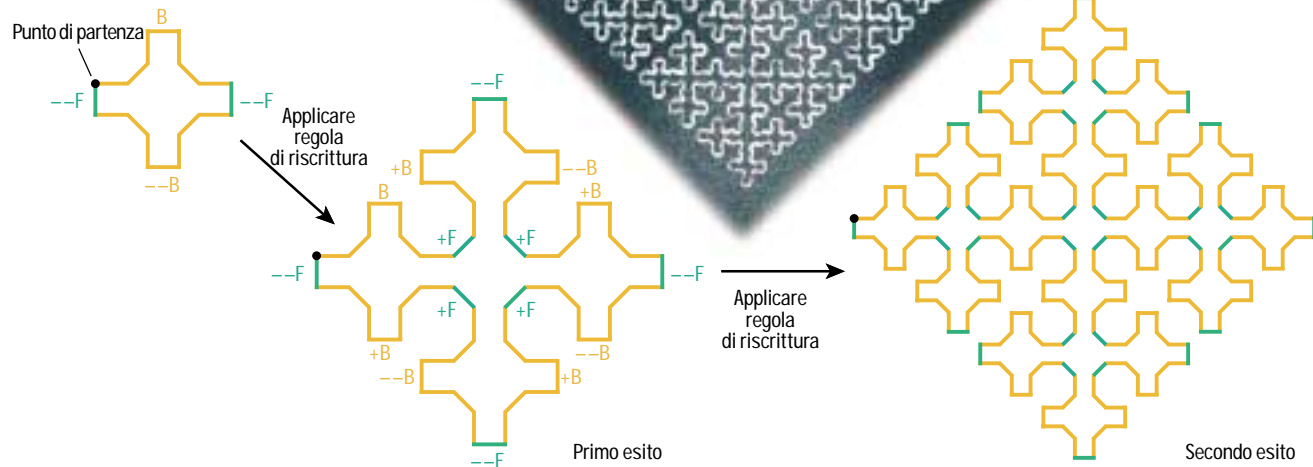
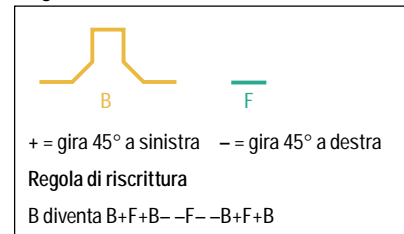
Disegnare quotidianamente figure sulla soglia di casa è un aspetto importante della cultura tamil. La soglia decorata

MOLTI, MA NON TUTTI, I DISEGNI KOLAM iniziano con la costruzione di una griglia di punti che anticipa forma e dimensione finali della figura (a). Le ragazze imparano metodi standardizzati per eseguire varie figure. Per realizzare quella nel riquadro d della pagina a fronte, un'unità di base è tracciata quattro volte, ogni volta ruotata di 90 gradi rispetto alla precedente (b, c, d); infine una curva continua racchiude le quattro unità (e).

funge da confine fra il mondo interno e quello esterno, e le figure possono al contempo proteggere la casa e dare il benvenuto ai visitatori. Alle ragazze viene insegnato un buon numero di raffigurazioni e di procedimenti per eseguirle; esse imparano inoltre quali figure sono appropriate per l'uso quotidiano e quali sono riservate a occasioni speciali o a particolari festività e rituali. Imparare la tradizione kolam è una parte importante dell'educazione di una ragazza. Sebbene si tratti di una tradizione trasmessa da madre a figlia, essa si inquadra in una cultura che conosce l'espressione scritta.

In effetti, i Tamil possiedono una loro scrittura, nonché una vasta letteratura che risale fino al III o IV secolo a.C. Nelle fonti scritte tamil la tradizione kolam è citata solo di passaggio e con scarsi dettagli; tuttavia esse testimoniano l'antichità e l'estrema diffusione di questa pratica. Per esempio, uno dei primi riferimenti conosciuti, in un'opera del XVI secolo, è la descrizione di un regno pacifico e fiorente, una sorta di eden nel quale «la tigre e la vacca bevevano dalla stessa fonte, i bramini cantavano il Veda, le donne decoravano le strade con i

Regole



kolam, la pioggia cadeva puntualmente e nessuno soffriva la fame».

Anche in altre regioni dell'India, oltre al Tamil Nadu, si riscontrano tradizioni analoghe, che prendono i nomi di muggu, rangoli e alpana; sebbene sia probabile una correlazione storica fra tutte queste tradizioni, le figure sono differenti, come pure differiscono il loro significato e i procedimenti per eseguirle. In tempi recenti, alcune tradizioni si sono ampliate fino a includere aspetti delle altre; di conseguenza, a volte i termini per indicarle sono usati in modo intercambiabile. In questo articolo, mi limiterò a considerare disegni kolam della forma tradizionale, vale a dire composti solo da linee bianche o da linee e punti bianchi, che vengono talvolta paragonati a intrecci, labirinti o filigrane.

Poiché questa pratica viene mantenuta dagli emigranti che lasciano il Tamil Nadu, la tradizione kolam è presente, per esempio, fra i lavoratori delle piantagioni di tè dello Sri Lanka, giunti dal Tamil Nadu alla fine del XIX secolo, e fra gli immigrati negli Stati Uniti. Profondamente intrecciata con i valori, i rituali e la filosofia del popolo del Tamil Nadu, essa funge da «marcatore» della cultura tamil. Lo si vede, per esempio, nella scelta del titolo «Kolam» per una rivista scientifica internazionale dedicata agli studi sui Tamil.

Molti, ma non tutti, i disegni kolam iniziano con il piazzamento di una griglia di punti. Questi possono assumere disposizioni molto differenti, formando

UN LINGUAGGIO A FIGURE è in grado di creare versioni angolose di un tipo di kolam chiamato Serpente. La figura più piccola rappresenta una stringa di partenza $B--F--B--F$, dove F significa muovere in avanti di un passo; - girare in senso orario di 45 gradi; + girare in senso antiorario di 45 gradi; e B indica $F+F+F--F--F+F+F$. Applicando la regola di riscrittura $B \rightarrow B+F+B--F--B+F+B$, si ottengono versioni più complesse del kolam Serpente. Il primo esito è $(B+F+B--F--B+F+B)--F--(B+F+B--F--B+F+B)--F$. Ogni applicazione della regola di riscrittura sostituisce ciascun braccio della croce a quattro bracci con una nuova croce a quattro bracci, provocando la crescita esponenziale della figura da 4 a 16 a 64 bracci, e così via.

matrici rettangolari, triangolari o esagonali oppure irradiandosi da un punto centrale. Si disegna poi la figura collegando i punti o girandovi intorno: essi servono nello stesso tempo a guidare e a limitare il disegno. Per alcuni kolam - che possono o meno iniziare con una griglia di punti - è importante disegnare ogni figura con una singola linea continua che va a terminare esattamente dove era iniziata. Queste figure chiuse e continue - e altre composte da un certo numero di linee chiuse - sono associate con il ciclo ininterrotto di nascita, fecondità e morte e con i concetti di continuità, totalità ed eternità.

L'osservazione rivela che alcune figure che possono essere disegnate come curve chiuse continue non sono in realtà realizzate in un solo passaggio. L'illustrazione alla pagina precedente mostra uno di questi esempi: il kolam è eseguito usando una trasformazione sistematica di un'unità di base. La figura ripete questa unità per quattro volte, ruotandola ogni volta di 90 gradi rispetto alla precedente. Alla fine, un'altra curva chiusa continua circonda la quattro unità. Collettivamente, le figure kolam mostrano

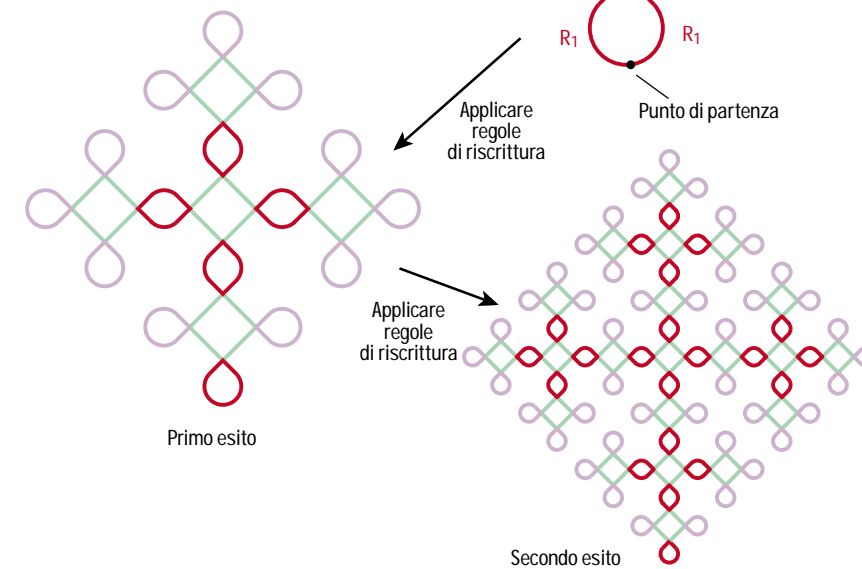
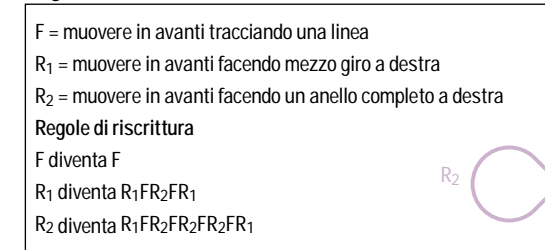
una marcata ricerca della simmetria; possono includere una simmetria rispetto a una linea orizzontale o verticale, oppure vari tipi di simmetria rotazionale.

Alcune figure kolam costituiscono famiglie, vale a dire gruppi di elementi che possiedono caratteristiche comuni. In alcuni casi, le figure più grandi di una famiglia sono costituite da diverse copie congiunte di figure più piccole; in altri casi i membri della famiglia derivano l'uno dall'altro in modi meno evidenti. La concezione e l'organizzazione delle famiglie delle figure kolam sembrano particolarmente legate a concetti matematici.

Linguaggi a figure

Le figure kolam raggruppate in famiglie hanno attratto in particolare l'interesse degli studiosi di informatica teorica che si occupano dell'analisi e della descrizione di immagini attraverso l'uso di linguaggi a figure, i quali utilizzano insieme di unità di base e regole specifiche, formali, per combinarle. Lo studio dei linguaggi a figure è strettamente imparentato con la teoria formale del lin-

Regole



UN LINGUAGGIO A FIGURE CREA DISEGNI KOLAM della famiglia delle Cavaliere di Krishna usando la stringa di partenza $R_1FR_2FR_2FR_2FR_1$ e le regole nel riquadro, che stabiliscono il significato di ciascun simbolo e come devono essere riscritti i simboli della stringa per generare esiti via via più complessi.

guaggio, un settore di ricerca inaugurato 45 anni fa con lo studio dei linguaggi naturali da parte di Noam Chomsky. Nei decenni successivi, gli informatici hanno utilizzato la teoria formale del linguaggio nell'analisi e nella specificazione dei linguaggi di programmazione.

Gift Siromoney del Madras Christian College del Tamil Nadu fu il primo a introdurre l'uso di disegni kolam nello studio dei linguaggi a figure. Un volume commemorativo edito nel 1989 comprende una bibliografia di oltre 100 pubblicazioni di Siromoney, che mostrano come per tutta la vita egli abbia combinato i suoi interessi accademici con un profondo apprezzamento della storia e della cultura del Tamil Nadu. Per Siromoney, che collaborava con sua moglie Rani, e per altri informatici, in particolare Kamala Krithivasan e K. G. Subramanian, i disegni kolam divennero una ricca fonte di immagini che potevano essere usate come esempi di alcuni tipi esistenti di linguaggi a figure, nonché servire da impulso per la creazione di nuovi tipi di linguaggi. Altri informatici, oltre al gruppo di Madras, si sono serviti dei linguaggi a figure per descrivere le famiglie di kolam.

Qui presenterò i linguaggi a figure che si utilizzano per produrre solo alcune famiglie di kolam. Prima però esaminiamo un esempio di rudimentale linguaggio formale che genera stringhe di simboli e vediamo come queste stringhe possano essere tradotte in figure. Diciamo che gli unici simboli del nostro linguaggio siano A, B e C e che la stringa di partenza sia ABAA. Le nostre regole per creare una nuova stringa di simboli da una precedente saranno:

$$B \rightarrow AC, A \rightarrow B, C \rightarrow CC.$$

Ci riferiamo alle stringhe che risultano dall'applicazione di queste regole di riscrittura alla stringa precedente come «esiti». Pertanto, se la stringa di partenza è ABAA, il primo esito sarà BACBB, il secondo esito sarà ACBCCACAC, e il terzo BCCACCCCBCCBCC. Le regole di riscrittura possono continuare a generare esiti indefinitamente. A ogni stadio, le tre regole sono applicate simultaneamente - ossia in parallelo - anziché sequenzialmente, cosicché, per esempio, la A e la C introdotte in uno stadio applicando la regola $B \rightarrow AC$ rimangono inva-

L'AUTORE

MARCIA ASCHER è professore emerito di matematica all'Ithaca College. Ha studiato matematica alla City University of New York e all'Università della California a Los Angeles. Qui ha iniziato a interessarsi alle applicazioni della matematica e dei computer in archeologia; in seguito ha studiato i rapporti fra culture e concetti matematici. Il suo indirizzo e-mail è: aschaca@clarityconnect.com L'autrice è grata a Rani Siromoney del Madras Christian College e a Kamala Krithivasan dell'Indian Institute of Technology per le loro cortesi risposte; e a Bonnie MacDougall della Cornell University per averle messo a disposizione informazioni raccolte nel 1965 nello Sri Lanka dal compianto Scott MacDougall, anch'egli della Cornell University.

riate fino a uno stadio successivo. Questa è una caratteristica di un linguaggio di Lindenmayer o L-linguaggio, che prende il nome da Aristid Lindenmayer, un biologo interessato a costruire modelli della crescita delle piante. Quello del nostro esempio è un L-linguaggio acontestuale deterministico. È acontestuale perché il destino di ogni simbolo è considerato singolarmente, senza riferimento ai simboli vicini, e deterministico perché per ogni simbolo c'è solo una possibile regola di riscrittura.

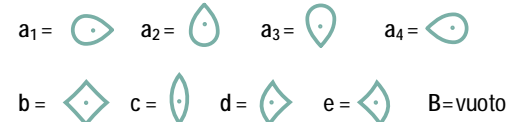
Ora il problema è come creare una figura partendo da una stringa di simboli. Przemyslaw Prusinkiewicz, uno studioso particolarmente noto per le applicazioni degli L-sistemi alla computer grafica, ha messo a punto tecniche che si servono di simboli interpretati come «comandi della tartaruga». Questo tipo di grafica venne ideato negli anni sessanta da Seymour Papert, che lo concepì per stimolare l'immaginazione dei bambini attraverso l'uso del computer. L'idea è che una tartaruga possa creare un'immagine trascinando la coda; se la solleva, il disegno che si ottiene è discontinuo. La tartaruga non gode di un punto di vista generale, ma può creare disegni complessi comprendendo ed eseguendo una serie limitata di comandi che le vengono trasmessi mediante un insieme di simboli. Questi comandi includono:

F : Muovi in avanti di un passo mentre disegni una linea.
f : Muovi in avanti di un passo senza disegnare una linea.
+ : Ruota a sinistra (in senso antiorario) di un angolo di d gradi.



DIFFERENTI LINGUAGGI A MATRICI possono creare la famiglia di kolam detta Montagna, che cresce in maniera polinomiale anziché esponenziale. In un linguaggio, i simboli delle matrici rettangolari risultanti sono interpretati come unità di figura contigue. A destra, le unità di figura sono sovrapposte a una matrice simbolica.

B	B	B	B	B	a ₃	B	B	B	B	B
B	B	B	B	d	b	e	B	B	B	B
B	B	B	a ₃	c	c	c	a ₃	B	B	B
B	B	d	b	b	b	b	e	B	B	B
B	a ₃	c	c	c	c	c	c	a ₃	B	B
a ₁	b	b	b	b	b	b	b	b	a ₄	B
B	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	B



–: Ruota a destra (in senso orario) di un angolo di d gradi.

Ciascun disegno deve iniziare specificando la direzione della tartaruga e l'angolo d , che rimane fisso per tutta l'operazione. Ogni mossa comincia nel punto e nella direzione dove è terminata la precedente. Come esempio, un L-linguaggio acontestuale deterministico che segue l'interpretazione della tartaruga può riprodurre la famiglia del Serpente delle figure kolam (si veda l'illustrazione a pagina 84). Un kolam di questa famiglia viene disegnato in maniera continua e termina dove è iniziato, ma differisce da molti altri kolam in quanto la sua realizzazione non parte da una matrice di punti. L'interpretazione della tartaruga utilizza linee rette e genera una versione angolosa del disegno, sebbene l'introduzione di tecniche di *data fitting* possa produrre una curva liscia. In ogni caso, un linguaggio che descrive il Serpente angoloso inizia definendo d pari a 45 gradi e usa come stringa di partenza $B^- -F^- -B^- -F^-$. La tartaruga considera sempre che B significhi $F+F+F^- -F^- -F+F+F$, e la regola di riscrittura per generare figure a Serpente più complesse è $B \rightarrow B+F+B^- -F^- -B+F+B$. L'illustrazione a pagina XX mostra rappresentazioni grafiche di B , della stringa di partenza e del primo e secondo esito. Successive applicazioni della regola di riscrittura fanno sì che la figura cresca esponenzialmente. Il più complesso kolam a Serpente fra quelli raffigurati è una versione «lisciata» di quello che sarebbe il terzo esito. Se a ogni esito dovessimo ridurre la grandezza del passo della tartaruga in modo tale che i disegni successivi stiano sempre in un quadrato avente

lo stesso lato, e dovessimo continuare il procedimento a tempo indefinito, otterremmo a sorpresa una variante di un frattale che riempie lo spazio senza intersecare se stesso, noto come «curva di Sierpinski» dal nome del matematico che lo descrisse nel 1912.

Un L-linguaggio acontestuale deterministico è stato usato anche per descrivere un'altra famiglia di kolam: le Cavigliere di Krishna. Come accade nella famiglia del Serpente, i membri di quella delle Cavigliere di Krishna sono derivati ricorsivamente l'uno dall'altro e crescono in maniera esponenziale. Il gruppo di informatici di Madras è riuscito a ottenere versioni non angolose delle figure kolam utilizzando «mosse kolam», anziché le lineari mosse della tartaruga, per disegnare curve e anelli lisci. Questi ricercatori hanno definito sette mosse kolam basandosi sulle descrizioni delle azioni di donne tamil fatte da loro stesse. Per ottenere le Cavigliere di Krishna servono solo tre delle mosse kolam:

- F : Muovi in avanti mentre disegni una linea.
- R₁ : Muovi in avanti mentre fai un mezzo giro a destra.
- R₂ : Muovi in avanti mentre fai un anello completo a destra.

Un linguaggio che produce le Cavigliere di Krishna prende inizio con la stringa $R_1FR_2FR_2FR_2FR_1$ e ha le seguenti regole di riscrittura: $R_1 \rightarrow R_1FR_2FR_1$ e $R_2 \rightarrow R_1FR_2FR_2FR_2FR_1$ (si veda l'illustrazione alla pagina precedente). Come accade per il kolam a Serpente, dove ogni applicazione della regola di riscrittura sostituisce ciascun braccio della croce con una nuova croce a quattro bracci, si

possono produrre Cavigliere di Krishna via via più intricate sostituendo ciascuna «foglietta» con un insieme di quattro fogliette. In diverse famiglie di kolam l'accrescimento si compie in modo simile.

Linguaggi a matrici

I linguaggi che ho descritto sono in grado di esprimere alcune famiglie di figure, ma non considerano le matrici di punti con le quali inizia la maggior parte dei disegni kolam. Le matrici che le donne del Tamil Nadu tracciano prima di disegnare i kolam anticipano le dimensioni e la forma finali di ciascuna figura: in altri termini, i punti servono per creare lo «scheletro» bidimensionale delle figure prima di eseguire i disegni veri e propri. Questo notevole aspetto della tradizione kolam ha spinto il gruppo di Madras a lavorare su «grammatiche di matrici», che impiegano matrici bidimensionali di simboli anziché stringhe. Le regole di riscrittura dei linguaggi a matrici sostituiscono sottomatrici con altre sottomatrici; ma un problema ricorrente è che le sottomatrici di nuova introduzione possono differire per forma o dimensioni da quelle sostituite, creando distorsioni nella nuova matrice. Nelle grammatiche di matrici che prendono il nome di grammatiche di Siromoney, si possono esprimere semplici trasformazioni di unità di figure; questo vale, per esempio, per la generazione della famiglia del kolam in *a* nell'illustrazione a pagina 04. In questa figura la stessa unità è riprodotta per due volte in orizzontale e una volta in verticale. In un altro kolam l'unità di base potrebbe essere riflessa nella ripetizione. Un ulteriore tipo di grammatica, le «grammatiche di

B	B	B	B	B	B	B	▽	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	▽	△	▽	B	B	B	B	B	B
B	B	B	▽	B	□	B	▽	B	□	B	▽	B	B	B
B	B	B	B	□	▲	▽	◇	▽	▲	□	B	B	B	B
B	B	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	B	B
B	B	▽	△	▽	■	B	■	B	■	▽	△	▽	B	B
B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B
▽	△	▽	◇	▽	◇	▽	◇	▽	◇	▽	◇	▽	△	▽
B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B
B	B	▽	△	▽	△	▽	△	▽	△	▽	△	▽	B	B
B	B	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	▽	B	B	B

Regole

1. Unire due punti ▽ con un arco attraverso un punto ▼ intorno a un punto △
2. Unire due punti ▼ più vicini con linee diritte (per formare losanghe intorno ai punti ◇)
3. Unire punti ▼ intorno a un punto ■ con due archi
4. Unire due punti ▼ attraverso un punto □ con una linea

BIBLIOGRAFIA

- SIROMONEY G., SIROMONEY R. e KRITHIVASAN K., *Array Grammars and Kolam*, in «Computer Graphics and Image Processing», 3, pp. 63-82, 1974.
- SIROMONEY R., *Array Languages and Lindenmayer Systems*, in *The Book of L*, a cura di G. Rozenberg e A. Saomaa, Springer-Verlag, 1986.
- NARASIMHAN R. (a cura), *A Perspective in Theoretical Computer Science: Commemorative Volume for Gift Siromoney*, Computer Science Series, 16, World Scientific, 1989.
- STEINMANN R. M., *Kolam: Form, Technique, and Application of a Changing Ritual Folk Art of Tamil Nadu*, in *Shastric Traditions in Indian Arts*, a cura di A.L. Dallapiccola, Steiner, 1989.
- ASCHER M., *Ethnomathematics: A Multicultural View of Mathematical Ideas*, Chapman & Hall/CRC, 1994.

matrici kolam», si applica alla generazione di figure la cui lunghezza e larghezza hanno un rapporto fisso. Un punto importante del contributo del gruppo di Madras è la generalizzazione di alcune operazioni fondamentali delle stringhe al fine di applicarle a matrici rettangolari e anche esagonali. In un articolo del 1986 Rani Siromoney fornisce un'ampia discussione e una bibliografia dei lavori del gruppo di Madras sulle grammatiche di matrici; gran parte di queste ricerche verte sulle proprietà formali dei tipi di linguaggi proposti, e alcune trattano delle loro applicazioni alle famiglie di kolam.

Il gruppo di Madras si è servito di due metodi distinti per l'interpretazione grafica delle matrici simboliche generate dai linguaggi a matrice. Uno di essi interpreta i simboli nelle matrici rettangolari come unità grafiche contigue. Gli

specifici insiemi di unità grafiche variano da linguaggio a linguaggio, dato che dipendono dalla famiglia di kolam che esso descrive. Per creare i vari membri di una famiglia di kolam, le regole per generare matrici successive devono cogliere l'organizzazione intrinseca delle unità grafiche della famiglia in questione. Il secondo metodo per produrre immagini dalle matrici simboliche si avvicina di più ai procedimenti che le donne del Tamil Nadu impiegano per disegnare i kolam. In esso i simboli delle matrici possono essere pensati come punti che recano istruzioni atte a guidare il tracciamento delle figure. I tipi di punti di una matrice e le loro istruzioni variano da linguaggio a linguaggio dato che, di nuovo, sono specifici della famiglia di kolam descritta dalle matrici. Per creare i membri di una famiglia di kolam, le regole per generare matrici successive de-

UN ALTRO LINGUAGGIO A MATRICE che genera membri della famiglia della Montagna interpreta i simboli nelle matrici come punti che recano specifiche istruzioni.

vono tener conto dell'organizzazione dei punti che recano le istruzioni. Le illustrazioni nella pagina a fronte (*parte destra*) e in questa pagina mostrano come i due metodi riescano a generare figure kolam della famiglia della Montagna.

La natura algoritmica dei kolam

Nel loro tentativo di realizzare disegni kolam utilizzando linguaggi a figure, gli informatici hanno messo in luce la ricchezza delle strutture dei kolam e la loro natura algoritmica: in altri termini, la maniera ordinata in cui vengono costruiti per passi successivi. I linguaggi non replicano necessariamente il modo in cui le donne del Tamil Nadu concepiscono ed eseguono le figure kolam; tuttavia sottolineano il fatto che esse - e soprattutto le famiglie di kolam - sono qualcosa di più che una serie di singole immagini: vi sono procedure e tecniche sistematiche che le unificano.

La tradizione kolam ha anche offerto un'opportunità insolita agli studiosi di scienza dei calcolatori: potrebbe non essere modo migliore per esaminare un costrutto accademico che applicarlo a esempi di una tradizione e una cultura differenti da quella nella quale il costrutto è nato. Oltre a ciò, gli studiosi hanno tentato di imparare dalle donne che portano avanti la tradizione e di integrare ciò che hanno appreso nella teoria e nella pratica del proprio campo. Questa fase recente della storia della tradizione kolam mostra in che modo i concetti matematici possono valicare i loro confini tradizionali, interagire con un settore di ricerca scientifico e contribuire a esso.

Non c'è dubbio che la tradizione kolam, con la sua enfasi su ricche simmetrie, ripetizioni di schemi, curve chiuse continue e famiglie di curve, integri concetti matematici. E sebbene ogni donna, nell'eseguire le tradizionali figure kolam, vi introduca variazioni, esse sono, nondimeno, parte di un complesso di idee trasmesse di generazione in generazione. Le figure sono un aspetto importante dell'ambiente culturale del Tamil Nadu: chiunque appartenga a questa cultura le riconosce e ne sa valutare il significato. La tradizione kolam si inserisce certamente nella storia globale delle idee matematiche, ma rimane soprattutto un elemento fondante della cultura e dell'ambiente quotidiano del Tamil Nadu.