

## La papiroflèxia a l'escola: imaginació, emoció i geometria

**Maria Lluïsa Fiol Mora**

**Montserrat Prat Moratonas**

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

**Neus Dasquens Carulla**

Escola Font de l'Alba, Terrassa

---

### Introducció

El naixement de la papiroflèxia és controvertit. La presència de documents de més de 1400 anys d'antiguitat confirmen l'inici de la seva pràctica al Japó, però més antic és l'ús del paper de fibres vegetals a la Xina (al segle II a.C).

Hi ha dos motius que dificulten especialment fixar la data concreta del naixement de la papiroflèxia. Per una banda, s'ha considerat que les primeres figures fetes amb paper al Japó tenien caràcter ceremonial i eren exclusives de determinades classes socials. No fou fins al segle XVIII quan es va popularitzar i es van començar a publicar tractats sobre la matèria (el primer conegut és un manuscrit datat cap al 1790 ). Per altra banda, hem fet referència a la papiroflèxia lligada al paper, assumint que ni el pergami ni el papir són aptes per doblegar. Tot i així, això no ens impedeix imaginar l'home prehistòric fent cistelles o petits recipients tot trencant lianes o tiges, però també plegant fulles. Sí, en realitat la creació de les primeres papiroles es perd en el temps.

Amb l'arribada de la papiroflèxia a Europa el segle VIII, de la mà dels àrabs, l'ús de paper blanc es convertí en majoritari, mentre que els japonesos, que s'hi referien amb el mot *origami*, empraven diversos tipus de paper i amb freqüència de colors.

A finals del segle XIX, quan es va intensificar el contacte entre orient i occident ja hi havia una bona quantitat de fàbriques de paper, com per exemple el Molí Paperer de Capellades (al dia d'avui és un museu, un dels 47 localitzats a Europa). A partir d'aquest procés, es van configurar dues escoles de papiroflèxia: l'oriental (centrada especialment al Japó) i una altra d'occidental, que comença amb una forta tradició espanyola. Actualment està centrada en el món anglosaxó i en certes escoles de països sudamericans, on l'afició és cada vegada més gran<sup>1</sup>. La papiroflèxia ha anat evolucionant fins a ser un art extremadament complicat. S'ha usat i s'usa per estudis arquitectònics, matemàtics o per fabricar prototips de disseny.

El plegament de paper és un art, però també una ciència. I encara que hi hagi gent que continua considerant la papiroflèxia exclusivament un entreteniment, també és una eina molt interessant i útil per modelitzar aspectes relacionats amb la tècnica, amb la medecina, la computació o les

---

<sup>1</sup>Per més informació us convidem a mirar la història de la papiroflèxia i diagrames a : Joseph Wu's Origami Page ([www.origami.as](http://www.origami.as))

matemàtiques. Algunes vegades, per fer una papiroleta, es necessiten dies i el plegador va insistint fins obtenir la figura que desitja. Tot i que també és cert que de vegades per fer-ne d'altres, com les que presentarem, al taller només calen uns minuts.

### **Marc teòric**

Per explicar les perspectives d'aplicació de la proposta ens cal, encara que sigui molt breument, assenyalar quin és el marc de desenvolupament que considerem.

Fer formes, doblegant paper ve enmarcat per tres aspectes que són fonamentals.

### Cervell dret, cervell esquerre

La dualitat del cervell humà (cervell esquerre i cervell dret) ens obliga a resituar-nos davant de l'ensenyament/aprenentatge. Els dos cervells, que desenvolupen funcions diferents, processen les dades amb estils diferents:

- el CE, cervell esquerre, simplificant molt, avui en dia s'accepta que està vinculat als aspectes acadèmics de l'aprenentatge com el pensament lògic, el seqüencial o l'analític i té un estil formal, lineal, pas a pas. Així, per exemple, analitza les parts que configuren una pauta.
- el CD, cervell dret, en canvi està implicat en activitats creatives com el pensament analògic i metafòric, holístic i de síntesi. Té un estil de relació, globalitzador, gestàltic, que busca visions de conjunt, construeix pautes i mira des de dalt com una àguila.

El fet que els dos hemisferis tinguin dues formes de pensar, de conèixer i d'aprendre diferents ens obliga als mestres a resituar-nos davant de l'aprenentatge dels alumnes. Cal centrar-se no sols en les activitats, sinó també en la metodologia a seguir. Des de l'escola, tenim una bona experiència amb els plantejaments lineals i analítics del cervell esquerre però no amb les formes de processament pròpies del cervell dret, molt més holístic. Aquesta evidència dels dos estils de pensament, de dos cervells, ha d'anar tenint-se cada vegada més en compte a l'escola, enriquint la necessitat d'introduir millores en l'educació, de la qual tots som conscients. En el cas de l'ensenyament de les matemàtiques, aquest replantejament resulta imprescindible per tal d'anar trobar solucions que apaivaguin el gran nombre de fracassos escolars que es donen precisament en aquesta matèria.

### Psicomotricitat fina: la mà

La papiroflèxia demana precisió i psicomotricitat fina al fer els plects. Haver prioritzat a l'ensenyament la forma de processar les dades pròpies del cervell esquerre (paraula parlada i escrita, i càlcul) ha comportat deixar en un segon pla el pensament no verbal, manipulatiu, més propi del cervell dret.

El (2002) en F. R. Wilson insisteix que caldria reconsiderar el nostre binomi ensenyament-aprenentatge tan centrat en l'estil de pensament propi del cervell esquerre, tan «cervell-cèntric» i mirar-ho més com a resultat del treball integrat entre la mà i el cervell. Per defensar aquesta idea Wilson (Ibid, pàg. 19) fins i tot afirma: «quan un desig personal ens impulsa a aprendre a fer alguna cosa bé amb les nostres mans, s'inicia un procés extremadament complicat que dona al treball una forta càrrega emocional. Sembla que les persones canvien de manera significativa quan es fonen el moviment, el pensament i la sensibilitat». A una conclusió similar va arribar J. Pestalozzi amb una afirmació tan breu com rotunda: «el cap, el cor i les mans».

Així, la mà humana, un miracle biomecànic generat durant milers d'anys (4 milions d'anys segons el mateix Wilson) i que com a resultat de l'adaptació biològica té un paper decisiu en el transcurs de l'aprenentatge no ha estat ponderada de manera suficient.

Segons afirma Wilson, així com Ch. Bell (autor de *The Hand*, cirurgià escocès contemporani de Darwin) o el pedagog suís Froebel, podem considerar que l'ús intel·ligent de la mà, junt amb l'instint del llenguatge, és una força bàsica en la gènesi de la ment, activada al moment de néixer.

### Imaginació i creativitat

El pensament que volem potenciar implica la imaginació i la creativitat. Encara avui en dia hi ha una certa reticència a considerar la manipulació d'objectes com una estratègia apta per potenciar el pensament o per resoldre problemes. S'identifica el pensament amb el cap, el cervell, i no amb les mans; amb el pensament lògic i no amb el pensament corporal; amb la raó i no amb la imaginació.

Per altra banda, amb massa freqüència ens oblidem que estem submergits en un món de signes i representacions i que contínuament, el nostre cervell necessita fer interpretacions, crear imatges, ... Per posar un exemple podem referir-nos a la pipa de Magritte, és una pipa? De la mateixa manera, a la papiroflexia, fem diversos plects a un quadrat i podem parlar de diagonal, triangles isòsceles rectangles, eix de simetria, ... Però en un determinat moment, necessitarem donar nom a aquestes formes que trobem, buscant associacions amb elements quotidians: és un barret?, és un vaixell?, és un cub?, és un ocell?... Fins i tot, pot ser el mateix infant qui expressi allò que li suggereix el que ha creat o allò que ha obtingut plegant de manera dirigida.

Es tracta doncs d'actuar, de fer amb les mans i d'imaginar allò que obtenim en observar la figura de paper, plegada.

### **La papiroflexia està de moda**

Cada vegada es troben més informacions que mostren el potencial de la papiroflexia. Així doncs es poden trobar referències a l'ús de la papiroflexia des de diferents àmbits i amb diversos objectius i interessos.

Us volem presentar un petit recull de propostes actuals que fan ús de la papiroflexia.

- Cada dia més, es troba funcionalitat a l'ús de la papiroflexia en el món de la Ciència. Així doncs, entre altres, la papiroflexia s'empra a la química per modelitzar diverses mol·lecules, a la física s'empra en temes relacionats amb l'aerodinàmica, a la medicina i farmacologia serveix, per exemple, per crear estructures molt petites que s'obrin a l'interior dels capilars... Com a exemple concret us presentem les propostes que des de la biologia fa Manuel Reina, fent ús de la papiroflexia per estudiar la biologia cel·lular<sup>2</sup>.
- La papiroflexia està cada vegada més present en el nostre dia a dia, de mà dels dissenyadors i dels enginyers, que s'inspiren en la papiroflexia per crear objectes d'ús quotidià, com ara bosses, capses, mobles, antenes...objectes plans, que ocupen poc espai i que es poden desplegar amb facilitat, un exemple d'això darrer és el ori-Miura, un mètode de plegament de les antenes dels satèl·lits abans del seu llançament<sup>3</sup>.

Actualment la visibilitat que té la papiroflexia es tradueix en congressos sobre el tema, com per exemple: el 5è d'Origami, Science, Mathematics and Education Congress (5OSME) que es celebrarà a Singapur el juliol del 2010. Hi ha a més el treball que estan desenvolupant personalitats tan interessants com: Erik Demaine<sup>4</sup>, professor associat en ciències de la computació a l'Institut de Tecnologia de Massachussets. A nivell de recerca, Demaine assoleix entre algorismes, des d'estructura de dades per millorar la recerca a les pàgines web, a la geometria per comprendre com les proteïnes es pleguen, fins a les dificultats computacionals dels jocs. Va rebre el MacArthur Fellowship (2003) com a geòmetre de la computació (*tackling*), resolguent problemes difícils

---

<sup>2</sup>Per més informació us convidem a visitar la pàgina de Manuel Reina sobre els models moleculars de matrius de clatrina, [http://www.ub.es/biocel/wbc/biocel/matrices\\_clatrina.htm](http://www.ub.es/biocel/wbc/biocel/matrices_clatrina.htm)

<sup>3</sup>Per més informació visiteu la web: <http://divuciencia.wordpress.com/2009/05/26/ingenieria-de-origami/>

<sup>4</sup>Us convidem a visitar la pàgina web de l'Erik Demaine, <http://erikdemaine.org/>

relacionats amb plegar i doblegar, bellugant-se fàcilment entre el teòric i el joc, amb ulls aguts per revelar l'un en l'altre. És coautor amb Joseph O'Rourke d'un llibre sobre la teoria del plegament, *Geometric Folding Algorithms: Linkages, Origami, Polyhedra* (Cambridge University Press, 2007). Els seus interessos abasten les connexions entre les matemàtiques i l'art, particularment escultures i *performances*, incloses escultures curvades d'origami en la col·lecció permanent del Museum of Modern Art (MoMA) de Nova York.

Per altra banda, hi ha els treballs de Robert J. Lang<sup>5</sup> qui ha sigut un àvid estudiant de l'origami durant uns quaranta anys i avui en dia és reconegut com un dels grans mestres mundials d'aquest art. És un dels pioners d'aquesta unió interdisciplinària entre papiroflèxia amb matemàtiques i ciència. Ha organitzat al 2006 el Fourth International Meeting on Origami in Science, Mathematics and Education at Caltech (4OSME). Ha estat consultat amb companyies comercials i laboratoris d'EUA sobre aplicacions de l'origami a recursos mèdics, dissenys d'air-bag i telescopis espacials. És autor o co-autor de 9 llibres i nombrosos articles sobre origami i conferències sobre les connexions entre origami, matemàtiques, ciència i tecnologia; enguany ha guanyat el més alt honor al Caltech: the Distinguished Alumni Award.

### **Què fer? Com introduir les papiroles a l'aula?**

És interessant constatar com, mentre s'anaven creant més i més molins paperers arreu del món, la papiroflèxia s'anava mantenint per afeccionats i virtuoses. Però és a mitjans del segle XIX quan entra en una fase interessant: es posa de moda. I com demostra la confluència dels següents fets va prenent cada vegada més importància.

1. El pedagog alemany Federico Froebel (1782-1852), creador dels kindergarten, incorpora els plegats tradicionals a l'activitat pedagògica.
2. A l'afició de realitzar papiroles s'uneixen personalitats del món cultural prou conegudes com: Marañón, Galdós, Unamuno, l'arabista Asín Palacios, etc.
3. Alguns models japonesos apareixen a Europa a la segona meitat del segle XIX i es popularitzen com el globus o cub i la grulla. I de forma paral·lela, molts llibres de treballs manuals per a escolars inclouen capítols sencers dedicats a com fer papiroles. És aleshores quan apareixen dos personatges genials: el doctor Vicente Solórzano Sagrado (de Burgos) i el prolífic Mr. Akira Woshizawa.

Hi ha qui opina que bona part de l'auge de la papiroflèxia que es dona actualment és deguda a la intuïció i creativitat del primer i a la inventiva extraordinària del segon.

### L'inici dels inicis

Ens hem adonat que fer papiroles agrada a tothom; bé, és clar, quasi a tothom. Es treballa el *paper retallat* o *retallant paper* a la Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Bellaterra dins de l'assignatura de Didàctica de la Geometria de l'especialitat de Mestre en Educació Primària (MEP) i posteriorment es va estendre a alumnes de 1r i 3r de Mestre en Educació Infantil (MEI). Al principi es tractava de fer polígons a partir de rectangles o cercles. Però això no és ben bé fer papiroflèxia sinó treballar amb paper, com pot ser-ho també fer configuracions diverses a partir de triangles retallats en cartolina o hexàgons reglars.

El cert és que vàrem adonar-nos que era un mètode que permetia introduir paraules d'una forma «natural», com més endavant ens confirmaran per altra part un grup de nens/nenes de 3 anys (P3), que una setmana després d'haver fet un plec diagonal a un quadrat parlaven de diagonal com si tal cosa. Això va fer que ens sentíssim encuriosides per la papiroflèxia i a poc a poc hem anat introduint més i més papiroles.

---

<sup>5</sup>Us convidem a visitar la pàgina web de Robert J. Lang, <http://www.langorigami.com/>

La feina amb papiroflèxia està estructurada en tres nivells, dos d'ells universitaris i el tercer vinculat amb experiències escolars (Pràcticum) dels estudiants. En aquests dos casos els objectius generals pretenen que l'alumne, futur mestre, es familiaritzi amb les papiroles i que es vagi iniciant en la seva memorització; que s'adoni del seu potencial i que disfruti fent-les, comentar-les, decorar-les, etc.

Les papiroles formen part d'un treball més global de realització d'un dossier (o portfoli de Didàctica de la Geometria), on queda recollit i ordenat tot el treball fet amb paper de dibuixar, fer fotos, configuracions diverses, papiroles i poliedres. És interessant també l'ambient que es crea quan es fa una papirola. Encara que hi haurà presentació dels signes internacionals, aquests no s'utilitzen sinó d'una manera molt puntual i en acabar el quadrimestre. L'aprenentatge es fa per imitació, el que permet insistir en alguns aspectes importants, com poden ser estimacions de mesures (que depenen en realitat de cada plegador, amb petites diferències), accions concretes que cal recordar en una papirola, ja que són gestos que si no es fan bé la papirola no surt, etc. Els alumnes ho volen fer bé i pregunten amb insistència, parlen entre ells, fan repetir si cal, etc., i avaluen amb molta precisió la papirola que han fet.

#### En acció ...

Mentre s'anava desenvolupant aquest treball i des del curs 2003/2004 hem anat creant el projecte de Papiroflèxia a l'Escola (en total en unes 14 aules d'educació infantil a diverses escoles) per mitjà del treball a l'assignatura de Pràctiques IV. El que volem és buscar activitats relacionades amb la geometria i, més específicament, amb la papiroflèxia, per poder treballar en grups d'infants de P-2 a P-5. Un dels objectius principals a Pràctiques IV és fer intervencions puntuals. Interessa començar a introduir els infants en la tècnica de la papiroflèxia, tècnica de plegar paper i obtenir *pajaritas*.

Ja a les primeres reunions entre la tutora de pràctiques i les alumnes, futures mestres, ens vàrem adonar de que calia començar per estudiar quin tipus d'activitats era oportú plantejar als infants d'aquestes edats (de 2 a 5 anys), per a què els resultés agradable i motivador per a ells, per a tal que poguessin treballar amb un alt nivell de llibertat i nosaltres, a més, poguéssim aprendre de l'observació en les diverses intervencions. El cert és que coneixíem alguns dels treballs que fan els nens d'aquestes edats al Japó i aleshores les preguntes que ens plantejàvem eren: Si els nens i nenes nipons ho fan, per què els nostres infants no? Però quines papiroles, quins treballs amb paper i en quin ordre? Com fer-ho fer? Quina és la metodologia adequada? Aquestes són les preguntes a les quals hem anat intentant trobar resposta any rere any.

El treball doncs, s'inicià fa 6 anys, quan les primeres alumnes en pràctiques van fer una estada a un centre d'educació infantil. Fou en aquest moment que vam anar descobrint quines motivacions i interessos movien als infants i quines propostes podrien ser més adequades en funció de l'edat. Com a primera presa de contacte cal que els infants coneguin el material. Per tant, vam començar plantejant moments d'acció amb el cos (happening amb papers diversos) o be d'experimentació de caire manual (reconeixement de diferents textures i de les possibilitats que ofereixen), per tal de continuar avançant en la construcció de creacions amb peces de diferents formes i de paper o bé en la realització inicial de plec senzills, primer, sense guió previ. Els infants són convidats doncs, a manipular el paper i plegar-lo fins obtenir una figura lliure a la qual hauran de posar un nom. Una vegada els nens i nenes han guanyat seguretat en l'ús i manipulació del paper, estaran més preparats per la realització de papiroles més complexes, seguint un ordre en els plec.

#### **El taller**

A continuació fem referència a les papiroles que, en aquest moment, pensem que seran adequades per posar en pràctica al llarg del taller.

1. Elaboració d'un triangle equilàter a partir d'un cercle
2. Balena o pingüí

3. Colometa (fig.1)
4. Triangle equilàter a partir d'un full din-A4
5. Tetraèdre
6. Piràmide modular de dues peces
7. Estrella modular de 14 puntes

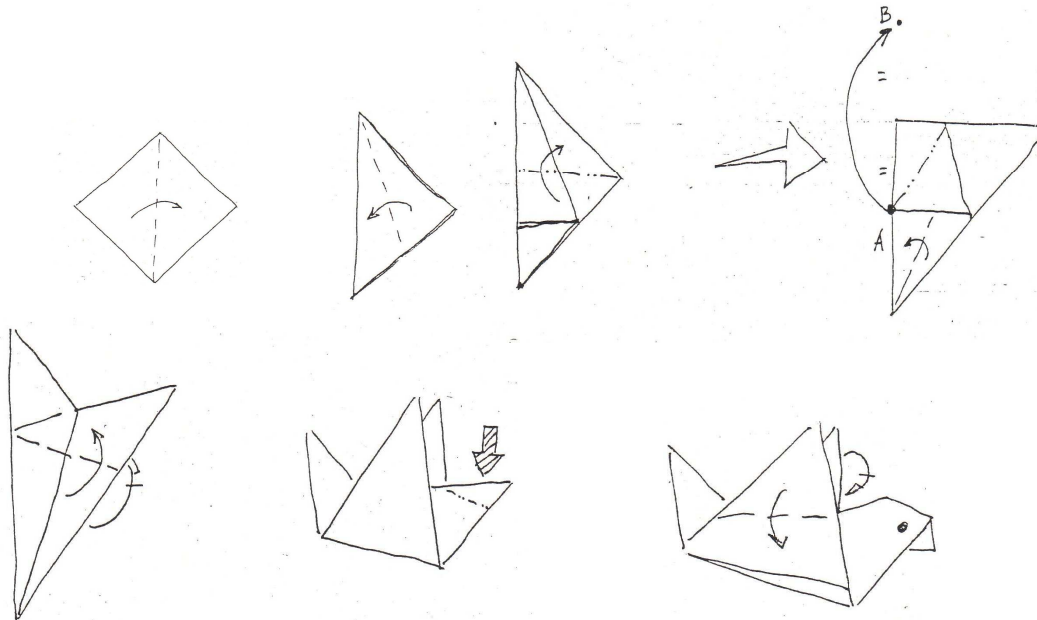


fig.1 : La colometa a partir d'un quadrat

Després d'un descans de 10 minuts ja serà l'hora d'entrar en la discussió dels punts de debat, per concloure amb la presentació de materials diversos, bibliografia comentada i pàgines web.

### **Bibliografia**

- BACHELARD, G. (1994): *La tierra y los ensueños de la voluntad*, Fondo de Cultura Económica, Mèxic
- BRILL, D. (2001): *Brilliant Origami*, Japan Publications.
- BACHELARD, G. (1994): *La tierra y los ensueños de la voluntad*, Fondo de Cultura Económica, Mèxic.
- BUENO, M.; FIOL, M. LL. i SOLER, L. (2006): «Somnis de paper», a *Perspectiva Escolar*, núm. 306, pàgs. 68-76.
- CLAXTON, G. (1999): *Cerebro de liebre, mente de tortuga*, Urano, Barcelona.
- CHICHARRO, G. i MUÑOZ, S. (2003): *Papiroflexia*, Libro-Hobby, Madrid.
- De la PEÑA, J. (2001): *Matemáticas y papiroflexia*, Asociación Española de la Papiroflexia.
- CLEMENTE, E. (2001): *Papiroflexia*, Plaza&Janés, Barcelona.
- DELGADO, L.; ZAPATERO, M. S. i FIOL, M. LL. (2004): «2D versus 3D. La papiroflèxia, un recurs didàctic», a *Perspectiva Escolar*, núm. 284, pàgs. 59-65.
- DONNOVAN, R i JOHNSON, A. (1975): *Matemáticas más fáciles con manualidades de papel*, Distein, Barcelona.
- FIOL, M. LL. (2004): «Reflexiones en torno al papel y lugar de lo formal: papiroflexia, música y teoría», ponència presentada al VIII SEIEM, dins del grup d'investigació «Aprendizaje de la Geometría», A Coruña.

FLODERER, V. i LE CRIMP, localizado en K's Origami: «Spherical Windows», el 21 de nov. 2009: Formes pliées/froissées dans le Nature.

FUSÉ, T. (200F): *Multidimensional transformations*. Unit Origami Japan Publications

GARRIDO, B. (2003): «Modelos de capsida de virus esféricos con papiroflexia modular», al Boletín de la Asociación Española de Papiroflexia PAJARITA, núm. 83.

GRUPO RIGLOS (1998): *El libro de los aviones de papel plegado*, Alianza Editorial, Madrid.

GRUPO RIGLOS (2003; 1a ed. 1988): *El libro de las pajaritas de papel*, Alianza Editorial, Madrid.

HANSON, R.M. (1995): *Molecular origami*. Precision scale models from paper. University science books, Sanlito, California.

KASAHARA, K i TAKAHAMA, T (2000): *Papiroflexia "origami" para expertos*, EDAF, Madrid.

MUY INTERESANTE: «El poder de la mano. Herramienta perfecta al servicio de la mente», octubre 2001, núm. 245, pàgs. 46-56.

PALACIOS, V. (2002): *Papiroflexia. Colección*, Miquel A. Salvatella, Barcelona.

ROOT-BERSTEIN, R. i M. (2000): *El secreto de la creatividad*, Kairós, Barcelona.

RUBIA, F. J. (2000): *El cerebro nos engaña*, Temas de Hoy, Madrid.

WILD, R. (2003): *Calidad de vida. Educación y respeto para el crecimiento interior de niños y adolescentes*, Herder, Barcelona.

WILSON, F. R. (2002): *La mano. De cómo su uso configura el cerebro, el lenguaje y la cultura humana*, Colección Metatemas, Tusquets, Barcelona.

### **Pàgines web**

Pàgina del professor de la UB, Manuel Reina <http://www.ub.es/biocel/mreina>

Asociación Española de papiroflexia <http://www.pajarita.org/>

Museu Molí de Capellades <http://www.mmp-capellades.net/>

Erik Demaine <http://erikdemaine.org/>

Robert J. Lang <http://www.langorigami.com/>

Fundació Froebel <http://www.froebelfoundation.org/phylosophy.html>

Paul Jackson <http://www.origami-artist.com>

Joseph Wu <http://www.origami.as/home.html>

Nicolas Terry <http://www.passionorigami.com>

K's Origami, de Hatori Koshiro <http://origami.ousaan.com>

Grup francès d'artistes Le Crimp <http://www.le-crimp.org/>

Divulgamat: <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/cultura/papiroflexia/index.asp>

<http://www.paperfolding.com/math>

<http://origami.org.uk>