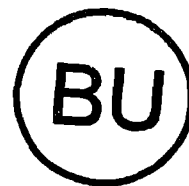


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS**



**A ARTE DAS DOBRADURAS
UM ENFOQUE GEOMÉTRICO NA PRÁTICA DO ORIGAMI**

DAIANI LODETE PIROLA



03789246

FLORIANÓPOLIS – 2004

2047 88

DAIANI LODETE PIROLA

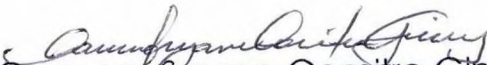
**A ARTE DAS DOBRADURAS
UM ENFOQUE GEOMÉTRICO NA PRÁTICA DO ORIGAMI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Matemática – Habilitação Licenciatura
Departamento de Matemática
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
Universidade Federal de Santa Catarina

Orientadora: Josiane Wanderlinde Vieira

FLORIANÓPOLIS – SC
Junho de 2004

Esta monografia foi julgada adequada como **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO** no Curso de Matemática – Habilitação Licenciatura, e aprovada em sua forma final pela Banca Examinadora designada pela Portaria nº 24/SCG/04.

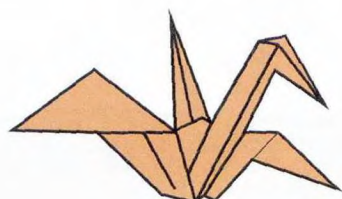

Prof^a Carmem Suzane Comitre Gimenez
Professora da disciplina

Banca Examinadora

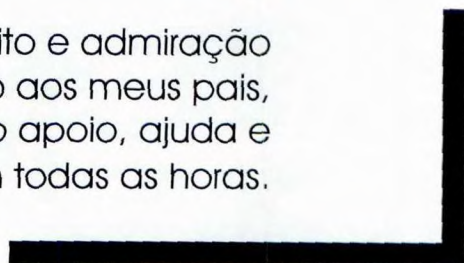

Prof^a Ms. Josiane Wanderlinde Vieira
Professora Orientadora

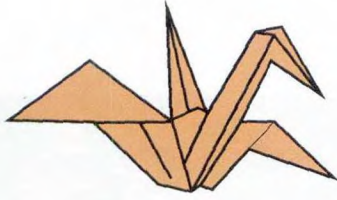

Prof. Ms. João Haroldo Borges Pereira
Professor Membro


Prof. Ms. Nereu Estanislau Burin
Professor Membro



Com carinho, respeito e admiração
dedico este trabalho aos meus pais,
Joelço e Ivanir pelo apoio, ajuda e
estímulo em todas as horas.





AGRADECIMENTOS



A DEUS por ter me dado força, saúde e disposição
para nunca esmorecer.

Aos meus pais, pelo incentivo e confiança.

Ao meu namorado, Antonio Augusto,
pelo carinho e compreensão.

À professora Josiane W. Vieira pela forma segura,
dedicada e profissional com a qual conduziu
o seu trabalho de orientadora.

Aos membros da banca examinadora, professores
Nereu E. Burin e João Haroldo B. Pereira
por aceitarem o convite para avaliar este trabalho.

À Rosangela, pelo carinho e pelas
palavras de apoio nos momentos mais difíceis.

À Edinéia Zarpelon, pelo companheirismo e amizade
durante todo o curso.

Aos professores, amigos e colegas
do Curso de Licenciatura em Matemática.

Aos funcionários da Coordenadoria do Curso,
Sílvia, Iara e Alcino.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO

1.	INTRODUÇÃO	01
1.1	Objetivo Geral	02
1.1.1	Objetivos Específicos	02
1.2	Metodologia	04
1.3	Estrutura do Trabalho	05
1.4	Justificativa e Relevância do Trabalho	06

CAPÍTULO 2 – ORIGAMI

2.	O ORIGAMI E SUA HISTÓRIA	08
2.1	Os diversos Tipos de Origami	12
2.2	Papéis para Origami	18
2.2.1	Dicas para Origami	21
2.3	Representações Gráficas no Origami	23
2.3.1	Convenções Gráficas no Origami	25
2.4	Origami na Educação	28
2.4.1	A Geometria e o Origami	30
2.4.2	O Origami e a Vida Acadêmica	35

CAPÍTULO 3 – ASPECTOS COMPUTACIONAIS

3.	TÉCNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NA EDUCAÇÃO	38
3.1	Hipermídia, Origami e Geometria	41

CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DESTE TRABALHO

4.	PROPOSTA DO SISTEMA - "A ARTE DAS DOBRADURAS"	44
4.1	"A Arte das Dobraduras" – O produto	45
4.2	Telas e Funcionalidades	47

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO	56
-----------	----

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFIA	57
--------------	----

RESUMO

O presente trabalho é voltado para o desenvolvimento de um protótipo de um sistema computacional que ensina o Origami, arte milenar japonesa, enfatizando os conceitos geométricos embutidos na construção dos modelos. Será destacado como os recursos computacionais, assim como o Origami, são excelentes ferramentas que podem ser exploradas no processo de ensino aprendizagem, a fim de tornar o ensino da geometria muito mais prazeroso e motivador.

Através do protótipo do sistema computacional desenvolvido busca-se contribuir com o ensino da matemática, mais especificamente o da geometria, utilizando-se de um material educacional atrativo e inovador.

CAPÍTULO I - APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O ensino da matemática em geral nas escolas é encarado como um obstáculo. Grande parte dos alunos considera esta disciplina difícil e desinteressante. É preciso, portanto, desenvolver atividades motivadoras que despertem a atenção dos alunos, facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem.

Foi pensando em tornar mais prazeroso o ensino da matemática, em especial o da geometria, que através deste Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido, ainda que um primeiro passo, um sistema computacional que ensina a prática do Origami, destacando os conceitos geométricos introduzidos na confecção dos modelos.

O Origami é uma atividade lúdica muito importante no processo de ensino-aprendizagem da geometria, pois através de sua produção os alunos irão constatar elementos geométricos presentes nas dobras. Tal como o Origami, os recursos computacionais também contribuem para a aprendizagem dos alunos, fazendo com que estes busquem novos conhecimentos ou que aprimorem os que já possuem quando estão interagindo com o computador.

1.2 Metodologia

Através da análise da prática das dobraduras, neste caso especialmente os Origamis Figurativos, pôde-se perceber que estas serviriam como auxílio para o ensino da Geometria Plana.

Como o objetivo era distribuir este conhecimento em diversas instituições de ensino, após aplicar nas mesmas as oficinas de origami, passou-se então para a idéia de dar início a produção de um CDRoom que enfatizasse a "Arte das Dobraduras", pois este seria presenteado para as Instituições de Ensino que recebessem as oficinas do projeto em questão. Tal fim fundamenta a idéia prática de relembrar os processos recebidos nas oficinas enfatizando os conceitos matemáticos abordados a cada modelo (ou a cada passo).

Para tanto, escolheu-se alguns modelos que facilitavam a demonstração de propriedades matemáticas e procurou-se implementá-las de forma mais atrativa possível, partiu-se assim para a exploração dos recursos computacionais; trabalhou-se com os softwares CorelDraw, CorelPhotoPaint e Director, para implementar a idéia inicial do objeto deste trabalho, o qual teve como produto final um protótipo do sistema que pretende-se alcançar, deixando, em aberto, margens para muitos novos trabalhos.

1.3 Estrutura do Trabalho

Cap.1: Aborda a Introdução do Trabalho, bem como seus Objetivos e Metodologia.

Cap. 2: Trata do origami e sua história, sendo abordado desde registros históricos, os diversos tipos de origamis, especificando a variada gama de papéis para este fim; apresenta-se também as dicas para a confecção das dobras, sendo esta através da leitura da representação e suas convenções gráficas. Associa-se esta rica técnica de materialização de conceitos com a educação, em especial com a geometria e a vida acadêmica.

Cap. 3: Levanta-se um pouco da aplicação das tecnologias computacionais na educação e relaciona-se os aspectos positivos oferecidos não só através da Hipermídia como também com a técnica de dobradura (origami) e a Geometria, efetuando assim uma interação entre estes conceitos que favorecem a idéia central deste trabalho.

Cap. 4: Aborda a confecção de um sistema computacional que visa alcançar a forma de um Hipermídia Educacional. É apresentado o protótipo de um

sistema desenvolvido, intitulado "A arte das Dobraduras", através de algumas de suas telas bem como os aspectos funcionais do mesmo.

Cap. 5: Trata da conclusão deste trabalho.

Cap. 6: Lista as bibliografias pesquisadas para fundamentar e implementar este trabalho..

1.4 Justificativa e Relevância do Trabalho

De acordo com a situação, ainda atual, de desconforto dos profissionais da educação diante da problemática que se refere a desmotivação do aluno relacionada a aprendizagem, este trabalho é parte de um processo que tenta amenizar este problema propondo um material que auxilie o ensino da geometria (WANDERLINDE, 1998; PEREIRA, 2001; ULBRICHT, 1998).

Há dentro do âmbito educacional, pesquisas que revelam que os alunos tornam-se mais criativos, concentrados, participativos e motivados quando utilizam materiais exploratórios (WANDERLINDE, 1998; Prieto, 2002; UENO, 2003; PEREIRA, 2001; REGO et al, 2003).

Para contribuir com a solução deste problema, optou-se pelos recursos computacionais como mais um dos meios de auxílio, com a finalidade de fazer com que os alunos construam seus próprios conhecimentos sendo respeitados os diferentes ritmos de captação dos mesmos. Agregou-se ainda um maior valor motivador para o ensino, traduzido através da concepção da "Arte das Dobraduras", explorando seu aspecto lúdico, o Origami.

CAPÍTULO II - ORIGAMI

2. O ORIGAMI E SUA HISTÓRIA

No ano de 105 d.C, T'sai Lao, administrador no palácio do imperador Chinês, começou a misturar cascas de árvores, panos e redes de pesca para substituir a sofisticada seda que se utilizava para escrever. Com certeza, ele não poderia imaginar a utilização que a humanidade faria desse invento chamado papel. O Império Chinês manteve segredo sobre as técnicas de fabricação do papel durante séculos, pois exportava esse material a preços altos. No século VII, por intermédio de monges coreanos, a técnica de confecção de papel chegou ao Japão, e um século mais tarde, os árabes obtiveram o segredo desse processo. Na Europa a técnica chegou por volta do século XII, e dois séculos mais tarde já se espalhava por todos os reinos cristãos. O papel nem sempre teve boa qualidade, exceto na China e no Japão, onde desde os primeiros momentos a prática das dobraduras já se tornava possível. No resto do mundo, principalmente na Europa, o papel era grosso e frágil, dificultando a prática de dobradura; a partir do século XIV, alcançou-se a fabricação de um papel mais fino e flexível, porém a prática das dobraduras não se difundia devido ao seu alto custo (GÊNOVA, 2001; www.moderna.com.br/arte/origami/origami/0001).

A arte da dobradura teve sua origem na China a partir do manuseio do papel, mas sua prática não se tornou muito popular neste país. No Japão, essa arte é chamada de **ORIGAMI (ORI: dobrar / GAMI: papel)** e, na forma mais tradicional, não envolve o uso de cortes e colagens de módulos. A prática do origami tornou-se comum em decorrência do baixo custo do papel, sendo hoje considerada um patrimônio da cultura japonesa (GÊNOVA, 2001; RÊGO et al, 2003).

No início, o origami tinha caráter simbólico nos rituais das cerimônias shintoístas¹. Os noshis, oferendas que se faziam nos templos religiosos, eram envoltos em papel, cuja função era separar o puro do impuro. A evolução desses envoltórios com dobras cada vez mais complexas e atraentes foi tanta que o origami deixou de ser um meio para converter-se num fim, passando a se transformar em símbolo de fé, ofertados à entidades religiosas. Também nessa época constatou-se a existência de um rito matrimonial, onde os nobres japoneses celebravam os casamentos embrulhando garrafas de saquê, bebida milenar japonesa à base de arroz, em papel dobrado em forma de borboletas. Estas simbolizavam os noivos e a união entre eles (GÊNOVA, 2001).

Na Europa, desligando-se um pouco dos costumes religiosos, existia no século XVI o costume dos estudantes da Universidade de Pádua que, ao visitar

¹Cerimônias da cultura japonesa realizadas no templo dos Kamis (deuses ou energias divinas que habitam todas as coisas e sucedem-se por gerações, desde a criação do mundo) locais. Estas são de vários tipos e dedicadas a todos os aspectos e acontecimentos da vida humana, como a purificação, o nascimento, o casamento, a saúde, as colheitas e as celebrações das estações durante o ano.

Desta forma, estas ferramentas podem ser utilizadas como recursos didáticos para tornar a educação muito mais atrativa. Dentro deste contexto, constatou-se o enfoque deste trabalho e partiu-se para a concretização do sistema proposto.

1.1 Objetivo Geral: Desenvolver um protótipo de um sistema computacional capaz de permitir ao aluno uma aprendizagem da prática do origami, ressaltando os conceitos geométricos embutidos na mesma.

1.1.1 Objetivos Específicos:

- trabalhar com origami relacionando a construção dos conceitos geométricos com as dobras aplicadas;
- mostrar que as atividades com origami desenvolvem nos alunos a coordenação motora, a capacidade de concentração, as habilidades psicomotoras e cognitivas, a noção de espaço, a visão espacial, a redução da ansiedade e destreza manual;
- valorizar uma técnica dinâmica de ensino onde o aluno constrói seu próprio conhecimento;

- estimular a criatividade e novas descobertas em aplicações de diversos modelos;
- utilizar o origami para demonstrar a aplicação conceitos matemáticos, considerando que a confecção e manipulação do mesmo possibilita aos alunos uma melhor aprendizagem, concretizando o conhecimento.
- Mostrar que os recursos computacionais podem ser explorados como uma excelente ferramenta que auxilia o processo de ensino e aprendizagem.
- Dar início a um projeto, de confecção de um CDRoom: "A arte das Dobraduras" que servirá de material de apoio para as Instituições de Ensino, nas quais foram aplicadas oficinas de Origami pelo Projeto: Modelando Papéis nas Comunidades Carentes – DAEX – PRCE – UFSC.

seus professores, deixavam um cartão de visita com seu nome, dobrado de forma a expressar um sentimento ou intenção (GÊNOVA, 2001 e 2002).

Com a redução do custo do papel, as classes mais populares do Japão passaram a ter acesso a arte de dobrá-lo. A popularidade das dobraduras aumentou transformando-se em uma atividade lúdica familiar; as crianças aprendem com seus familiares (geralmente com os mais velhos). Sendo assim as figuras representavam objetos da vida diária (capacete de samurai, bonecas, barcos, etc.). Muitas dessas peças são dobradas até os dias de hoje e possuem uma beleza, que em grande parte, vem da leveza do papel utilizado em sua confecção aliado à dobras bem definidas. A semelhança entre as figuras japonesas e as tradicionais figuras européias pode ter acontecido por uma comunicação direta feita entre missionários e comerciantes. Ambas as tradições têm figuras iguais, com predominância das dobradas com ângulos de 45 graus. Algumas estão documentadas na Europa desde o século XVII. A pajarita (passarinho) espanhola passou a denominar todas as figuras dobradas na Espanha. Os espanhóis acreditam ser, no contexto europeu, o povo que com mais força manteve essa tradição (GÊNOVA, 2001 e 2002; www.moderna.com.br/arte/origami/origami0001).

Segundo Gênova (2001) a partir dos anos 50 vem a idéia do consenso para a representação gráfica das dobras, a fim de divulgação da técnica diferenciando, por exemplo, dobras "vale" e "montanha", criando-se assim

símbolos gráficos que representam tipos de dobras ou movimentos específicos à serem feitos no processo de construção da peça. Os conjuntos de dobras que servem como matrizes para realização de figuras são chamados de bases. Acredita-se que 80% das figuras conhecidas hoje têm sua origem nas bases do pássaro e da rã. Tecnicamente, essas duas bases consistem em trabalhar com ângulos de 22,5 graus no papel quadrado, o que gera uma ampla liberdade de movimento nas quatro pontas. A sistematização das dobras e das bases permitiu ampliar a criatividade dos autores que não só criam peças, como também geram novas bases. Uma das figuras representativas do Origami é o Grou (Tsuru = Cegonha), que simboliza a eterna felicidade e é muito popular entre os japoneses.

As primeiras instruções escritas sobre Origami surgiram em 1797, com a publicação do livro – **O segredo para dobrar mil Grous** – de autoria de Hiden Senbazuru Orikata, e descrevia a maneira de dobrar 49 grupos de grous unidos, às vezes pela cauda, outras pelas asas. O fato de só estarem indicados o formato do papel e a maneira de realizar os cortes demonstra a popularidade dessa figura (GÊNOVA, 2001; REGO et al, 2003).

Em 1700, havia na Europa uma técnica utilizada pelos mágicos que consistia em formar múltiplas figuras dobrando-se um papel em leque e depois girando. O primeiro livro que aborda esta técnica de dobraduras com a inversão

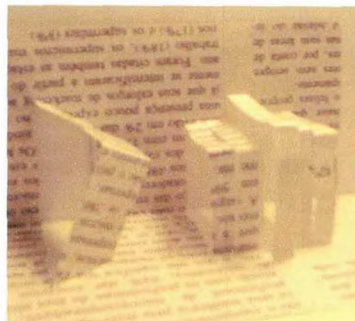
dos vincos foi chamado de **Hocus Pocus**, de autoria desconhecida e muito popular entre os mágicos da época (GÊNOVA, 2001).

Desta forma, o origami que é uma arte milenar japonesa, tem como base a criação das formas através das dobraduras, o que acaba por favorecer a satisfação pessoal em poder criar formas apenas com um pedaço de papel.

2.1 Os Diversos Tipos de Origami



Origami Figurativo



Origami Arquitetônico



Origami Modular

Figura 01: Modelos de Origamis cedidos pelo Projeto Modelando Origami nas Comunidades Carentes.

O origami figurativo (tradicional) utiliza apenas uma folha de papel para, através de sucessivas dobras, criar-se uma determinada forma; através dele o

ser humano busca o alcance da representação fiel da natureza de seu próprio meio. Sendo este uma das artes de modelagem em papel, também apresenta suas variações; em se tratando de dobraduras, além dos considerados "origamis figurativos", existem os chamados "origamis modulares" que originam peças, geralmente em três dimensões, originadas pelo encaixe dos repetidos módulos. As técnicas de montagens variam quanto a sua complexidade, sendo por vezes necessário o uso de cola e/ou peças conectoras. O número de módulos para originar um "origami modular" varia muito, pois basta a união de dois deles para considerá-lo modular, porém há modelos que envolvem mais de oitocentos deles.

Para a concretização de um "origami modular" utilizam-se várias folhas de papel, cada qual originando um módulo que quando encaixados geram a estrutura, determinando a forma final do modelo.

Entre as variações de origami que foram citadas acima, existe também o origami arquitetônico, este por sua vez é uma forma de trabalho manual com papel que combina a dobradura do origami, o kirigami (arte chinesa de cortar formas em papel) e a engenharia dos antigos livros infantis "pop-ups". As criações em origami arquitetônico podem ser dobradas numa forma plana e, quando abertas, revelam uma estrutura tridimensional. Alguns modelos são concebidos para serem abertos a ângulos de 0° , 90° , 180° ou 360° , sendo que

a grande maioria das criações é desenhada para ser apresentada aberta a um ângulo de 90°.

Para elaboração do origami arquitetônico é necessário um processo técnico, passando por etapas de planificação e detalhamento, essenciais para definição de interatividade e complexidade de cada peça. A geometria age no processo de determinação de parâmetros que vão viabilizar a projeção da imagem, tais como a distância entre os planos e a proporção de cada figura ou parte da mesma projetada, as marcas de corte e dobra e suas distâncias da dobra central do cartão (UENO & NASCIMENTO, 2003, p.2).

A origem do origami arquitetônico vem do período Edo japonês (de 1590 a 1868), com lanternas de papel (OKOSHI-E), que eram utilizadas na iluminação de casas de chá. Essas lanternas são as ancestrais de nossas conhecidas lanternas de festas juninas (SILVA & CARVALHO, 1999). Na figura abaixo apresenta-se um modelo para ilustração desta técnica.

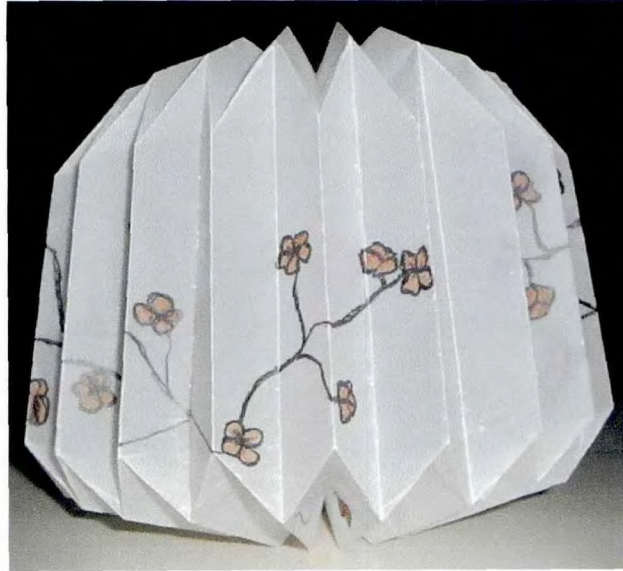


Figura 02: Modelo de Lanterna japonesa desenvolvida na disciplina EGR5170, curso de Design – UFSC, pela aluna Juliane Paula Mochancz (2002.1).

O termo “origami arquitetônico”, que significa “arquitetura do papel dobrado”, é recente e foi criado pelo arquiteto e designer japonês Masahiro Chatani em 1981, quando ele combinou elementos tradicionais das artes do origami e do Kirigami com técnicas de design arquitetônico, tornando possível várias formas tanto de estudo quanto de aperfeiçoamento desta arte. Em um texto de apresentação de seu trabalho, Chatani diz que o origami arquitetônico “explora o mistério da transformação do plano da 2ª dimensão do tempo. Embora tenha sido criado na era dos computadores, a criação do origami arquitetônico não é dos computadores e sim da imaginação humana”, acrescenta ele. Diz ainda que o origami arquitetônico “pode ser considerado

como uma ponte entre o antigo e o moderno e entre as culturas do Leste e do Oeste" (UENO & NASCIMENTO, 2003; CHATANI et al, 2001).

De acordo com Ueno & Nascimento (2003, p.6-8), existem quatro modalidades de origami arquitetônico, classificadas de acordo com o ângulo de abertura do cartão que permite dar volume à figura: 0° , 90° , 180° e 360° .

Cartões de 90°

Os cartões de 90° são aqueles em que a figura planejada é visualizada quando o cartão é aberto a 90° , e quando aberto a 180° , esta retorna ao papel que a originou. Esta é a modalidade de origami arquitetônico mais praticada e mais comum de se encontrar. Nos cartões de 90° a capa e a parte interior simbolizam planos perpendiculares entre si. O planejamento e a execução desse tipo de cartão requerem a aplicação de conceitos geométricos para a precisão técnica de cortes e dobras a fim de que haja a sensação correta de profundidade, volume e tamanho (noções de geometria espacial e plana).

Cartões de 180°

Essa modalidade de cartão é muito encontrada e aplicada em cartões comemorativos, onde suas formas são visualizadas tridimensionalmente quando a abertura é de 180° . Nestes cartões a capa e a parte interior abrem-se 180° até fornecer um só plano. Os cartões mais simples de 180° são aqueles em que

há a junção de duas imagens simétricas espelhadas que, quando dobradas e montadas, dão o efeito tridimensional. Existem outros de 180° mais complexos, que exigem um planejamento mais específico para os encaixes das fatias além de, em sua elaboração, serem utilizadas linhas e adesivos para garantir o efeito tridimensional em sua abertura.

Cartões de 360°

O método de manufatura desse tipo é mesmo que o de 180° , mas a forma é vista na abertura de 360° . Masahiro Chatani desenvolveu esta técnica através do estudo das propriedades do cubo e de brinquedos tradicionais japoneses (CHATANI, 1983).

Cartões de 0°

Os cartões são construídos com uma única folha, onde mesmo antes de abri-los, eles têm uma aparência de uma forma tridimensional.

Diante da classificação dos origamis apresentadas acima, destaca-se que o sistema proposto neste trabalho abre possibilidade de aplicação para todos, porém esta monografia aborda apenas alguns modelos de "origamis figurativos" com a intenção de focar as propriedades da geometria plana na prática da construção destes. Implementou-se no sistema computacional

alguns modelos tradicionais de "origami figurativo", tais como o copo, a casa, o cisne entre outros.

2.2 Papéis para Origami

Apesar do origami ser definido como "a arte de dobrar papel", a maioria das pessoas que pratica essa técnica, dão pouca importância à qualidade do material a ser trabalhado, preferindo ir direto ao comércio das dobraduras, freqüentemente com qualquer papel que apareça em suas mãos, o que no entanto pode ser inadequado. Uma pequena consideração com o papel pode melhorar significativamente a visão do que se está fazendo, aumentar o prazer em dobrá-lo, valorizando ainda mais o produto final. Ao escolher o tipo de papel, deve-se observar a sua espessura, pois papéis grossos demais acabam se quebrando ao serem dobrados. Já papéis muito finos ou moles não podem ser dobrados muitas vezes, pois se rasgam facilmente e não têm a rigidez necessária (GÊNOVA, 2001).

A fonte mais fácil e barata de papel de boa qualidade para esta prática é o papel para fotocópia (sulfite). As fotocopadoras e as lojas de impressão rápida vendem resmas (pacotes com 500 folhas) do papel branco e do colorido, também nos tamanhos A4 ou Tamanho Americano Para Cartas.

Algumas lojas cortam uma resma em quadrados por uma pequena soma. Duas ou três resmas podem ser vendidas por um preço muito razoável. Para os modelos em duas cores (feitos com papéis de faces de cores distintas, frente e verso), o papel para origami comprado em pacotes é o ideal. No entanto, pode ser difícil encontrar e ser relativamente caro. Se o papel para o origami não puder ser encontrado, uma boa alternativa é o papel decorado para embrulho de presentes (geralmente trata-se de papel encerado). O papel de embrulho marrom (papel pardo) também é muito bom para a prática do origami (JACKSON & A' COURT, 1996).

Segundo Gênova (2001), vários tipos de papéis podem ser utilizados para a confecção de um origami:

Papéis japoneses para Origami

Geralmente são feitos artesanalmente, usando técnicas e materiais especiais. Encontrados em pouquíssimas lojas no Brasil, são produzidos especialmente para fazer origami. Mais macios que os demais, dão um efeito diferente às peças, apresentando uma infinidade de cores e texturas, e já vem cortados em diversos tamanhos, (sempre quadrados). Porém seus preços são elevados. Os industrializados, também em grande variedade, têm um preço um pouco menor.

Papel espelho

É o papel mais usado; com uma determinada cor de um lado e com o verso branco, pode ser facilmente encontrado em qualquer papelaria, porém raramente cortado em tamanhos menores do que o padrão (15 cm x 15 cm).

Papel de Presente ou Fantasia

Estampados de um lado e brancos do outro, são excelentes para valorizar ou estilizar uma peça. Nesse caso, também existe uma grande quantidade de papéis importados de alta qualidade com estampas variadas.

Papel metalizado

Oferece uma vantagem: permite que se dobre e molde à peça com maior facilidade. Uma desvantagem, entretanto, é que nesse tipo de papel os vincos ficam mais evidentes, deixando marcas indesejadas no modelo pronto. Sua face brilhante torna certos modelos bem atrativos, porém seu manuseio requer cuidado especial por ser um papel muito delicado. É tratado quimicamente e depois recoberto com uma camada de pó metálico adquirindo assim, o aspecto de folha de metal.

Tamanhos de papel que podem ser utilizados para criar um origami

Para peças simples o papel (quadrado) pode ter a medida próxima de um padrão universal: 15 cm de lado. Para peças mais complicadas, use papel (quadrado) com 25 cm ou mais. No entanto, dependendo da habilidade de quem vai dobrar, a escolha do tamanho é pessoal. Outros formatos como retângulos, triângulos, hexágonos e até mesmo o papel circular, podem ser utilizados para dobrar peças.

2.2.1 Dicas para Origami

De acordo com Jackson & A'Court (1996), podem ser utilizadas algumas regras para tornar o processo de dobradura mais fácil e prazeroso:

- Certificar-se de que o papel que se está dobrando é exatamente quadrado;
- Não dobrar sobre uma superfície macia (carpete, cobertor ou lençol). Dobrar sobre uma superfície dura, como a capa de um livro, uma prancheta ou uma mesa;
- Fazer um vinco devagar, com firmeza e com exatidão. Formar os primeiros vincos com particular cuidado – se eles forem feitos

incorretamente, todos os últimos e os menores vincos serão difíceis de serem feitos com exatidão e parecerão desalinhados;

- Ler as instruções e seguir os símbolos em cada etapa estabelecida nos fluxogramas. Muitos erros são cometidos por se ignorar as instruções escritas ou por não seguir as instruções etapa por etapa, particularmente durante os movimentos mais complexos;
- As instruções e símbolos em uma etapa irão criar uma forma que se parecerá com a da etapa seguinte, mas privada das indicações. Portanto, deve-se sempre dar uma olhada na próxima etapa para saber qual a forma que se está tentando fazer. Nunca olhar as etapas isoladamente, mas vê-las como sendo interconectadas, como os elos de uma corrente.

Deste modo, à medida que se adquiri um pouco de prática nas dobraduras, descobre-se que selecionar o papel é uma parte especial da arte do origami, tão gostosa quanto fazer as figuras, e que tão importante quanto a escolha do papel é saber realizar a leitura dos fluxogramas, pois assim abre-se o conhecimento e facilidade ao deparar-se com alguma bibliografia que cite exemplos graficamente (forma mais usada).

2.3 Representações Gráficas no Origami

Com o objetivo de alcançar uma facilidade de compreensão na prática da confecção de um origami, e também para facilitar a propagação deste conhecimento, optou-se por difundi-lo através de formas visuais, expressas em diversas bibliografias através de fotos ou representações gráficas (GÊNOVA, 2001 e 2002; CHATANI, 2001; (RÊGO et al, 2003; JACKSON & A' COURT, 1996).

Ainda que através de fotos a representação venha a ser mais fiel, esta deixa a desejar quando se faz necessário a reprodução através de fotocópias, tornando a imagem obscura com a perda da qualidade fotográfica e ocasionando dúvidas referentes ao aspecto visual dos vincos e dobras. Sabe-se, no entanto, que estes elementos (vincos e dobras) devem ser passados com o máximo de clareza por serem de grande importância na aplicação da técnica aqui abordada. Justifica-se, portanto o grande valor atribuído a representação gráfica aplicada aos origamis, que através dos fluxogramas representa passo a passo a confecção do modelo, sem abrir margens a problemas quando reproduzidos através de fotocópias; os fluxogramas baseiam-se em elementos geométricos demonstrados graficamente, de forma clara, representando a linha de raciocínio aplicada para a execução das dobras e explora o aspecto real através de perspectivas que apresentam uma maior aproximação do modelo (a passagem de 2d para 3d).

Ao efetuar a pesquisa bibliográfica, surgiu uma dúvida referente aos termos utilizados: - fluxogramas e diagramas. Ambos eram atribuídos ao material gráfico explicativo do origami em diferentes fontes pesquisadas (A Geometria do Origami, Brincando com Origami: Aprendendo com dobraduras, Origami: A milenar arte das dobraduras, entre outros). Buscou-se então o significado de ambas as palavras para verificar qual seria o uso mais adequado, apesar de que a maioria utilizava o termo fluxograma.

"Fluxogramas: - representação gráfica da definição, análise e solução de um problema na qual são empregados símbolos geométricos e notações simbólicas; - diagrama de fluxo (Ferreira, 1994, pág. 791)".

"Diagrama: - representação gráfica de determinado fenômeno (Ferreira, 1994, 584)".

Com base nas definições apresentadas acima, tomou-se a conclusão de que o uso do termo "fluxograma" é o mais adequado para definir este material. Talvez seja por isso que a maioria das bibliografias consultadas faça o uso do mesmo.

2.3.1 Convenções Gráficas no Origami

Ao se tratar de fluxogramas que se apóiam na representação gráfica para transmitir uma idéia, não se pode deixar de focar as convenções estabelecidas para se aproximar de um entendimento global. Tenta-se através

de símbolos gráficos padronizar a forma de representação dos diferentes passos a serem implementados; aplica-se inclusive a classificação da reta quanto ao seu traçado. Coletou-se algumas formas, utilizadas na maioria dos livros, para aplicá-las no sistema desenvolvido, conforme a figura 03, a seguir.

Orientações Gráficas para Confecção de Origamis



Figura 03: Convenções aplicadas no sistema proposto neste trabalho.

A figura 04, na página seguinte, apresenta um fluxograma elaborado para o sistema proposto neste trabalho, que associa elementos geométricos e símbolos gráficos para auxiliar o entendimento do processo de construção do modelo; neste caso o tradicional "caixa". Percebe-se também a aplicação de recursos fotográficos para ilustrar o objeto a ser construído.



CAIXA

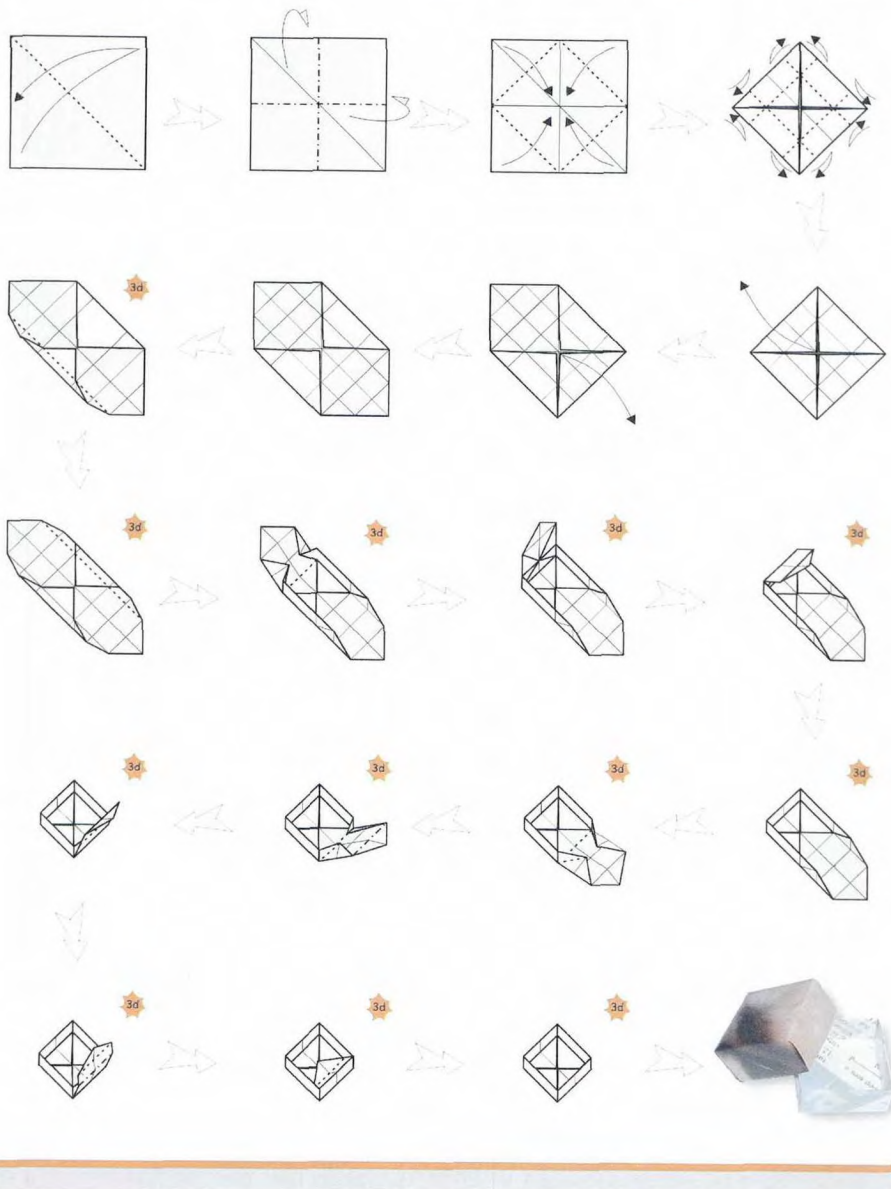


Figura 04: Um dos fluxogramas concebido para o sistema proposto neste trabalho.

2.4 Origami na Educação

Assim como no Japão, na Europa o origami também era praticado principalmente pelas crianças. Por isso o pedagogo Friedrich Froebel percebeu rapidamente a possibilidade de educar a partir de brincadeiras com dobraduras de papel, explorando a ludicidade desta técnica. Froebel é considerado o criador dos jardins de infância pelo interesse que demonstrou pelas crianças pequenas, desenvolvendo materiais e jogos que tornam o ensino mais produtivo, ganhando um aspecto lúdico. O educador utilizou o origami como um método pedagógico, na escola alemã Bauhaus, no curso de desenho industrial. Na prática habitual de seus "Jardins de Infância", estavam as figuras tradicionais da época e também uma série de dobraduras geométricas, chamadas depois de "froebelianas" (GENOVA, 2001).

Quando os portos japoneses se abriram para os países ocidentais, propiciaram uma revolução na arte de dobrar papéis. As bases do pássaro e da rã chegaram à Europa, onde não eram conhecidas. A base do pássaro chegou não na figura do grou=tsuru, mas sim na forma de um pássaro que batia asas, citado no livro *Dobraduras divertidas: origami em cores*, como garça em vôo, estranhamente desconhecida no Japão. Os geômetras, por sua vez, não ficaram insensíveis e viram no origami muitas possibilidades pedagógicas. Um livro do hindu Sundara Row, *Geometric exercises in paperfolding*, publicado

em 1893, é um amplo tratado de geometria com origami, ainda que outros o tenham precedido. Esse livro foi reeditado pela Dover (EUA), e foi um excelente material de apoio para professores de matemática (GENOVA, 2001).

No século XX a tradição de considerar o origami como somente uma brincadeira de criança começa a evoluir pelas mãos de Isao Honda, no Japão, e de Miguel de Unamuno, na Espanha. Os dois autores, quase ao mesmo tempo, realizaram uma cruzada para conseguir a consideração das classes mais cultas para o origami. É certo que o desenvolvimento da arte de dobrar papel, tal qual a conhecemos hoje, aconteceu nos últimos 50 anos. Na efervescência dos anos 50 e 60, foram os americanos os primeiros a impulsionar a explosão "origâmica", especialmente Lílian Oppenheimer, fundadora do *The Origami Center of New York*, em 1958 (GENOVA, 2001).

Com a evolução da metodologia educacional, voltada para que a criança e o jovem sejam criativos e trabalhem o raciocínio, a concentração, a memória e saibam que é preciso seguir etapas para se atingir um objetivo, vários professores estão utilizando peças do origami como material didático para ilustrar aulas de matemática, história, ciências sociais, informática, entre tantas outras disciplinas. Utilizando-se peças de papel, matéria prima facilmente encontrada, estimula-se o aluno a um novo lazer e proporciona-se ao mesmo tempo, o aperfeiçoamento de suas capacidades e habilidades naturais.

Para tanto, este trabalho visa colaborar com essa linha de pesquisa, disponibilizando novos materiais de aplicação no ensino da matemática, explorando o processo lúdico da construção dos origamis, através dos recursos computacionais. Dar-se-á, portanto, o primeiro passo de um projeto maior que é a criação de um sistema computacional para o ensino do origami, onde se pretende destacar as propriedades matemáticas aplicadas nas dobras para a confecção das peças.

2.4.1 A Geometria e o Origami

Diante das dificuldades encontradas em ensinar matemática, professores estão utilizando novos recursos no qual o objetivo principal é fazer com que os alunos despertem um maior interesse pelo estudo desta matéria (WANDERLINDE, 1998; PEREIRA, 2001; ULBRICHT, 1998).

Estudos e pesquisas revelam que o uso de materiais exploratórios faz com que os alunos construam o seu próprio conhecimento tornando-os mais criativos. Com isso, está se fazendo uso de excelentes ferramentas no ensino da matemática, mais especificamente no ensino da geometria; trata-se do Origami bem como dos recursos computacionais.

"...la papiroflexia, o mejor dicho, el ejercicio de doblar papel se puede usar con fines pedagógicos para estudiar e ilustrar la geometría elemental plana. Sobre ello hay numerosos libros, siendo una excelente referencia el de Sundara Row (**Row**), donde se proponen diversos ejercicios mediante los que se resuelven problemas referentes a cónicas ecuaciones polinómicas y trigonometría utilizando tan sólo los dobleces del papel (Prieto, 2002, pág186)".

O Origami pode representar para o processo de ensino/aprendizagem de Matemática um importante recurso metodológico, através do qual os alunos ampliarão seus conhecimentos geométricos formais, adquiridos inicialmente de maneira informal por meio da observação do mundo de objetos e formas que os cercam. Com uma atividade manual que integra, dentre outros campos do conhecimento, Geometria e Arte, tem-se a oportunidade de apresentar e discutir uma grande variedade de conteúdos matemáticos, relacionando-os a outros campos de conhecimento (REGO et al, 2003, p.18).

Segundo Almeida, Lopes & Silva (2000), a utilização de dobraduras para o estudo da geometria iniciou com os mouros no século VIII, que em virtude de não poderem confeccionar figuras simbólicas, devido à proibição da religião deles, construíam figuras geométricas e estudavam suas relações e propriedades através de dobras. Atualmente é com a construção do origami, que os alunos ao dobrarem e desdobrarem o papel irão observar por meio dos vincos a concretização de retas, ângulos, simetrias, e vários elementos geométricos. Desta forma, pode-se reconhecer e analisar propriedades, aguçar

a visualização e o raciocínio espacial, explorar conceitos de tamanho, forma e medida, incentivar a escrita matemática e motivar os alunos para a aprendizagem de tal conteúdo despertando nos mesmos a concentração.

Considerando que a escola precisa desenvolver atividades que permitam tornar o ensino e a aprendizagem prazerosos, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e social, formando cidadãos críticos, destaca-se que:

“estudar não é um ato de consumir idéias, mas de criá-las e recriá-las (Freire, 1976, pág 12)”.

De acordo com Rego et al (2003, p.19) na Matemática, o uso do Origami permite o desenvolvimento de atividades voltadas para:

- **A construção de conceitos:** as dobraduras, por mais simples que pareçam, envolvem elementos que podem ser explorados na construção de conceitos matemáticos diversos, não apenas geométricos;
- **A discriminação de forma, posição e tamanho:** uma simples dobra em um quadrado de papel realiza transformações de forma, posição ou tamanho de uma figura, estimulando o desenvolvimento do pensamento geométrico, aritmético e algébrico;

- **A leitura e interpretação de diagramas:** constituindo uma linguagem simbólica completa e diferenciada de outras linguagens usadas para a comunicação de idéias, a linguagem do Origami é universal, sua interpretação facilita o uso de qualquer livro de dobraduras e dispensa a preocupação com a memorização de passos, além de introduzir a técnica do desenho em sala de aula;
- **A construção de figuras planas e espaciais:** a riqueza de possibilidades de construção de formas sejam geométricas ou não, planas ou espaciais, fazem do Origami uma arte que pode ser explorada das mais diversas formas;
- **O uso dos termos geométricos em um contexto:** a descrição oral dos passos de uma dobradura, tradição mantida por séculos por artistas do oriente, é facilitada quando quem o faz conhece os elementos geométricos, sua definição e nomenclatura, presentes em cada passo. O uso dos termos geométricos corretos, em um contexto, estimula a aprendizagem;
- **O desenvolvimento da percepção e discriminação de relações planas e espaciais:** essenciais na construção de conceitos e na resolução de inúmeros problemas matemáticos, a percepção geométrica plana e espacial, bem como a capacidade de estabelecer relações entre elementos geométricos planos e espaciais, têm seu desenvolvimento

estimulado com a prática das dobraduras. Ações como observar, compor, decompor, transformar, representar e comunicar são facilitadas com o desenvolvimento de atividades geométricas envolvendo o Origami;

- **A exploração de padrões geométricos:** a capacidade de perceber a presença de padrões sejam numéricos ou geométricos, facilita a aplicação de conceitos matemáticos a outros campos de conhecimento;
- **O desenvolvimento do raciocínio do tipo passo-a-passo:** cada dobradura envolve um processo de sequenciamento de etapas, constituindo um modo de pensar que é muito utilizado na resolução de problemas matemáticos diversos.
- **O desenvolvimento do senso de localização espacial:** através da exploração dos elementos de linguagem relativos à posição no espaço, como "cima", "baixo", "esquerda", "direita", etc.

O origami visa minimizar dificuldades existentes no estudo da geometria a partir de atividades ricas em exploração, aplicação, representação, comunicação e raciocínio matemático. Essas atividades acabam por possibilitar aos alunos novas descobertas e um melhor entendimento dos conceitos geométricos. Dessa maneira, os alunos desenvolvem suas habilidades, sua

criatividade e o aperfeiçoamento de suas capacidades, pois estão motivados pela ludicidade da construção das dobras a fim de alcançar uma forma final, podendo ser esta figurativa ou geométrica.

2.4.2 O Origami e a Vida Acadêmica

Há pouco tempo, o origami deixou de ser apenas um hobby para fazer parte da vida acadêmica, onde se tornou objeto de estudos matemáticos e científicos dos alunos.

Através da dobradura os alunos percebem que podem usá-la para descrever movimentos e processos na natureza e na ciência, como o batimento das asas de um pássaro ou a deformação da capota de metal de automóveis em colisões. Os estudiosos passam, então, a desenvolver teoremas para descrever os padrões matemáticos que estão presentes nas dobraduras. Na matemática, o origami pode ser tratado pela geometria combinatória e pela topologia, onde as figuras podem ser esticadas ou deformadas de seu estado original sem serem consideradas objetos diferentes, desde que não se faça nenhum buraco ou qualquer remendo nas mesmas (KAWANO, 2003).

De acordo com o autor acima, os especialistas em origami trabalham na construção de algoritmos, que são seqüências de passos definidos na solução de um problema, como, por exemplo, o algoritmo da divisão. Para desenvolver

esse trabalho, eles recorrem à geometria combinatória, que permite obter fórmulas computacionais para a construção, por meio de dobraduras, das formas complexas e sofisticadas do origami. Com essas técnicas, eles procuram também obter a melhor seqüência de dobras e o aproveitamento máximo da folha de papel para uma determinada figura que pretendam construir. Ao que tudo indica, qualquer procedimento que o computador fornecer pode ser feito no papel manualmente. O desafio está em fazer o caminho inverso matematicamente. A partir de um origami aberto, com marcas das dobras, os matemáticos recaem em complicados problemas com polinômios para descobrir, sem dobrar, em que figura um certo padrão de dobradura resultará.

Neste contexto é importante citar Erik Demaine, o mais jovem professor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Estados Unidos, onde este misturou cálculo a origamis. Com o passar do tempo, Erik especializou-se em origami computacional, uma área pouco conhecida cujo principal desafio é resolver problemas da geometria espacial. Aparentemente simples, o resultado de suas pesquisas com a dobragem de papel pode ser aplicado da robótica à bioinformática, onde as fórmulas matemáticas são usadas, por exemplo, para entender como as proteínas se dobram (TRACCO, 2003).

"Origami computacional é uma interseção entre ciências da computação e matemática do origami, onde o objetivo é desenvolver algoritmos (conjunto de operações), que resolvam problemas relacionados à dobragem de papéis. Tem muita gente de olho nessa área e ela a cada dia chega a resultados mais interessantes. Um dos primeiros, feito por Robert Lang, pioneiro do origami computacional, foi um algoritmo para desenvolver um tipo comum de "origami base", crucial para a formulação de dobraduras. As idéias por trás dele são responsáveis pelo surgimento de modelos completos de origamis nunca antes imaginados. Uma das primeiras questões que resolvi é conhecida como "Problema Dobre e Corte". Basicamente, o que fiz foi encontrar um algoritmo para provar que qualquer forma poligonal, seja ela uma simples estrela ou um complexo dragão, pode ser feita ao dobrar um pedaço quadrado de papel e depois fazer um único corte retilíneo. Basta saber dobrar o papel do jeito certo. O resultado desse problema já está sendo aplicado no design de airbags desenvolvidos na Alemanha"(Demaine apud TRACCO, 2003, pág 94).

Desta forma a dobradura de papel está sendo utilizada com muita frequência pelos pesquisadores, como auxílio para resolver problemas matemáticos e tecnológicos.

CAPÍTULO III – ASPECTOS COMPUTACIONAIS

3. TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NA EDUCAÇÃO

Na área educacional cada vez mais está se fazendo uso das novas tecnologias entre as quais o computador. Este vem sendo utilizado como um recurso didático, pois além de enriquecer a aprendizagem, tem como finalidade fazer com que os alunos construam seu próprio conhecimento. Com isso, considerando a importância das novas tecnologias educacionais no processo atual de ensino passou-se a utilizar com muita frequência os sistemas computacionais de aprendizagem cujo o foco é explorar os diversos recursos facilitados pelo computador, no contexto da apresentação dos mais variados conteúdos. Exploram-se os sons, imagens, animações,...

Dar-se-á ênfase a hipermídia, que é uma poderosa ferramenta na transmissão do conhecimento, onde esta constitui-se da apresentação computadorizada de informações, na forma de hipertexto, combinado com a multimídia (BUGAY et al, 2000).

Segundo Martin apud PEREIRA (2001) o termo hipertexto – criado em 1967, por Ted Nelson – refere-se ao conjunto de conhecimentos organizados de forma não-linear, permitindo situar assuntos distintos em vários níveis de aprofundamento, propiciando uma aprendizagem individualizada, onde o

estudante trabalha no seu ritmo, estilo e nível, adequando o estudo as suas características e interesses. O hipertexto faz com que a navegação de um texto seja executada de forma lógica (ao contrário dos livros, onde é feita linearmente), além de permitir a indicação de partes do documento. Com sua estruturação, o hipertexto pode auxiliar o estudante a reaproximar diferentes elementos de informação para compará-los, confrontá-los ou analisa-los, possibilitando ao estudante adquirir diferentes abordagens sobre um mesmo assunto.

Uma das formas de elaboração da Hipermídia é através dos *Hipertextos*, que entram para a classe dos *Hiperdocumentos*, a medida em que se passa a enriquecer o sistema aplicando-se vários dos recursos de multimídia (sons, imagens, vídeo, animação, interatividade, entre outros), concretiza-se um sistema de Hipermídia (WANDERLINDE, 1998).

O hipertexto é uma fatia de um hipermídia, porém, atualmente é dito que um hipermídia além das mídias que abrange envolve também algum agente pedagógico de avaliação; está é a parte mais complexa para a aplicação, o que não é, a princípio, o propósito deste trabalho.

De acordo com Martin apud WANDERLINDE (1998) os *Hiperdocumentos* são documentos eletrônicos contidos por *hipertextos* (documentos eletrônicos que exploram apenas recursos de textos e gráficos), gráficos e diagramas, sons, imagens através de animações e vídeos, programas como planilhas eletrônicas,

sistemas especialistas, de apoio à decisão, de processamento por regras, enfim é uma forma de unir o conteúdo à máquina, por vezes de forma inteligente, orientando o usuário no seu aprendizado. Por possuir muitas destas características passa a idealizar uma forma de informação que ultrapassa todos os métodos tradicionais.

Quanto a elaboração de um *Hiperdocumento* segundo Martin apud WANDERLINDE (1998), um dos pontos principais a ser destacado é a clareza da sua objetividade; portanto se seu reflexo será idealizado em uma forma de ensino que vai contatar com pessoas leigas, a forma pela qual o conteúdo irá ser passado deverá ser clara e eficiente impedindo que o usuário se perca dentro do próprio sistema.

MARTIN (1996) afirma que existem vários pontos a serem considerados antes da elaboração de um *Hiperdocumento*. Exemplo:

- Definir bem o assunto que será abordado;
- Definir as técnicas que serão exploradas para caracterizar a apresentação;
- Definir as necessidades do público alvo, ou seja, dos usuários.

Os *Hiperdocumentos* que conseguem atingir seus objetivos, ou seja, um sistema muito bem elaborado, torna-se pequeno diante do seu verdadeiro

tamanho. Isso devido a facilidade do usuário em encontrar o conteúdo que procura, tornando-se clara a navegação (movimentação) pelo sistema (Martin apud WANDERLINDE, 1998).

Desta forma, explorando a tecnologia hipermídia no processo de ensino/aprendizagem, contribui-se para uma educação criativa, capaz de seduzir e motivar os alunos. Estes aprimoram seus conhecimentos de acordo com suas necessidades e interesses através de informações audiovisuais oferecidas pela hipermídia.

“Num sistema hipermídia ler e escrever passam a ser operações novas que modificam profundamente a maneira de pensar, pois levam a desenvolver nos alunos, condutas neurísticas flexíveis e novas” (Ulbricht apud GELSLEICHTER, 1996, pág 5).

3.1 Hipermídia, Origami e Geometria

Diante das dificuldades encontradas em ensinar geometria, podemos utilizar como recurso didático os recursos computacionais juntamente com arte das dobraduras, o origami, a fim de contribuir para o ensino/aprendizagem desta matéria.

Com a produção do origami os alunos ao executarem as dobras, irão constatar elementos e propriedades destas que são de grande utilidade para o estudo da geometria. Desta forma, as atividades com origami acabam por

favorecer aos alunos um melhor entendimento dos conceitos geométricos, desenvolvendo suas habilidades, sua criatividade e o aperfeiçoamento de suas capacidades. É importante ressaltar que tal como o origami, o sistema computacional também beneficia a aprendizagem dos alunos, levando-os a buscarem o conhecimento de uma forma muito mais prazerosa, pois os recursos computacionais irão permitir ao usuário a visualização dos passos da dobradura através de fluxogramas animados, tornando o aprendizado mais dinâmico, com a opção de visualizar o conjunto de passos automatizados ou passo a passo. O ensino da geometria através do método tradicional torna-se um tanto quanto desmotivador. Desta forma, utilizando também os benefícios que a Hiperídia trás para a Educação (interatividade com o usuário), os alunos encontram informações através de distintas mídias como sons, textos, imagens, animações, entre outros. Em decorrência disso a aprendizagem flui de forma mais fascinante, instigando nos alunos a vontade de aprender de forma interativa (GELSLEICHTER,1996; WANDERLINDE, 1998; ULBRICHT, 2001; PEREIRA,2001).

Segundo o site www.escolamirassol.com.br/infomática.htm o computador é um recurso do qual os alunos podem utilizar, de forma a estabelecer a relação entre o pensar e o agir, o estático e o dinâmico, o concreto e o abstrato, de modo individual ou coletivo. O uso das tecnologias educacionais visa auxiliar no processo de leitura escrita, raciocínio lógico-matemático e no desenvolvimento

de diversas habilidades, tais como coordenação motora e organização espacial. Pretende-se através dos recursos computacionais valorizar o sistema educacional de áreas afins, disponibilizando mais um material que auxilie o processo de ensino e aprendizagem da geometria, pois utilizando-se do método lúdico explorado através do origami e a eficiência audiovisual ofertada pelo meio computacional teremos um sistema de ensino/ aprendizagem muito mais rico e inovador.

CAPÍTULO IV - PROPOSTA DESTE TRABALHO

4. PROPOSTA DO SISTEMA -“A ARTE DAS DOBRADURAS”

A princípio, este trabalho tinha como objetivo efetuar o primeiro passo da concretização de um sistema que ensinasse a geometria através do origami. Esta proposta chegou a ser enviada em forma de artigo ao CONAHPA2004 (Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem), mas a medida em que o trabalho evoluía optou-se por valorizar o estímulo ocasionado pelo aspecto lúdico na construção dos origamis, focando então o desenvolvimento de um aplicativo que destaca os conceitos geométricos que fluem através da construção do origami.

A proposta deste trabalho é dar um passo inicial para a confecção de um hipermídia que aborde o ensino do Origami, focando a geometria embutida nesta prática. O intuito de produção deste material visa a aplicação com a comunidade carente, a qual hoje já é público alvo de oficinas para confecção de origamis, através do Projeto Modelando Papéis nas Comunidades Carentes, desde 2003, com o apoio do DAEX – PRCE – UFSC, coordenado pela professora Josiane W. Veira, a fim de servir como material de suporte enfatizando nesta técnica a aplicação das propriedades matemáticas com o objetivo de minimizar o impacto negativo provocado nos alunos.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem por finalidade dar esse ponto de partida abrindo possibilidades para trabalhos futuros, não só da área da Matemática, para que estes contribuam para a concretização de um projeto maior e mais complexo: - O Hiperfólio "A Arte das Dobraduras".

4.1 "A Arte das Dobraduras" – O Produto

Neste trabalho foi desenvolvido um aplicativo que enfatiza os conceitos matemáticos, através da geometria, embutidos dentro da prática do Origami, arte milenar das dobraduras. Para a confecção deste aplicativo explorou-se o método lúdico do Origami, bem como os recursos computacionais, a fim de se obter um material educacional que enfoque os conceitos da geometria através do Origami.

Os recursos computacionais utilizados neste aplicativo basearam-se em softwares como o CorelDRAW (programa de ilustração vetorial – desenhos aplicados no sistema), o CorelPHOTO-PAINT (programa de ilustração bitmap – fotografias utilizados no sistema), o Director (software de autoria Macromedia, que disponibiliza uma enorme gama de controles necessários para a criação de aplicativos que podem variar de simples apresentações a complexos games, programas interativos e aplicativos Multiusuários – berço de criação do sistema) e também o site do Projeto Modelagem em Papel com Comunidades Carentes,

no qual apoiou-se este trabalho quanto a confecção do layout do sistema, utilizando-se da idéia da interface gráfica produzida pela acadêmica do curso de Design – UFSC, Karin Zapelini Orofino, durante sua atuação como bolsista neste projeto (vide figura 05).



Figura 05: Tela capturada do site do projeto em questão (ainda em desenvolvimento).

4.2 Telas e Funcionalidades

A seguir, demonstram-se algumas das telas que compõem o sistema elaborado neste trabalho.

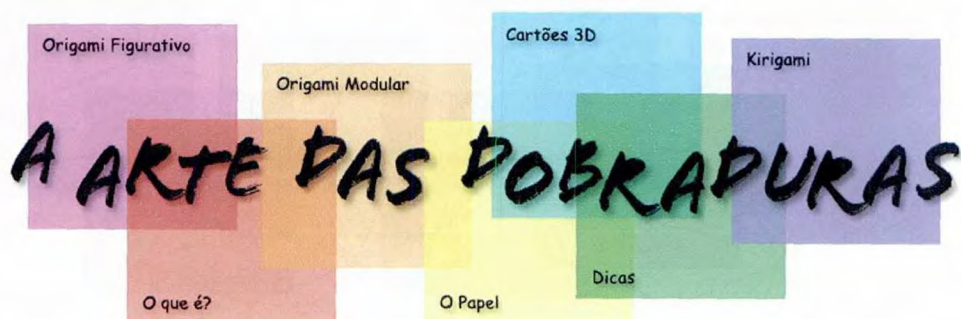


Figura 06: Tela de apresentação/abertura do sistema.

Na figura acima, consta a tela de apresentação do sistema, onde através dela o aluno fará a interação por meio dos botões que estarão disponíveis, através das palavras, com as seguintes opções:

- “Origami Figurativo”, “Origami Modular”, “Cartões 3D” e “Kirigami”:
telas que ensinam a prática de cada uma dessas técnicas;
- “O que é”, “O papel” e “Dicas”:
telas que abordam teorias que abordam tanto a prática quanto a sua história.

A seguir, na figura 07, apresenta-se um exemplo de tela que aborda a prática do Origami. Perceba a gama de opções que se apresenta ao usuário através desta tela.

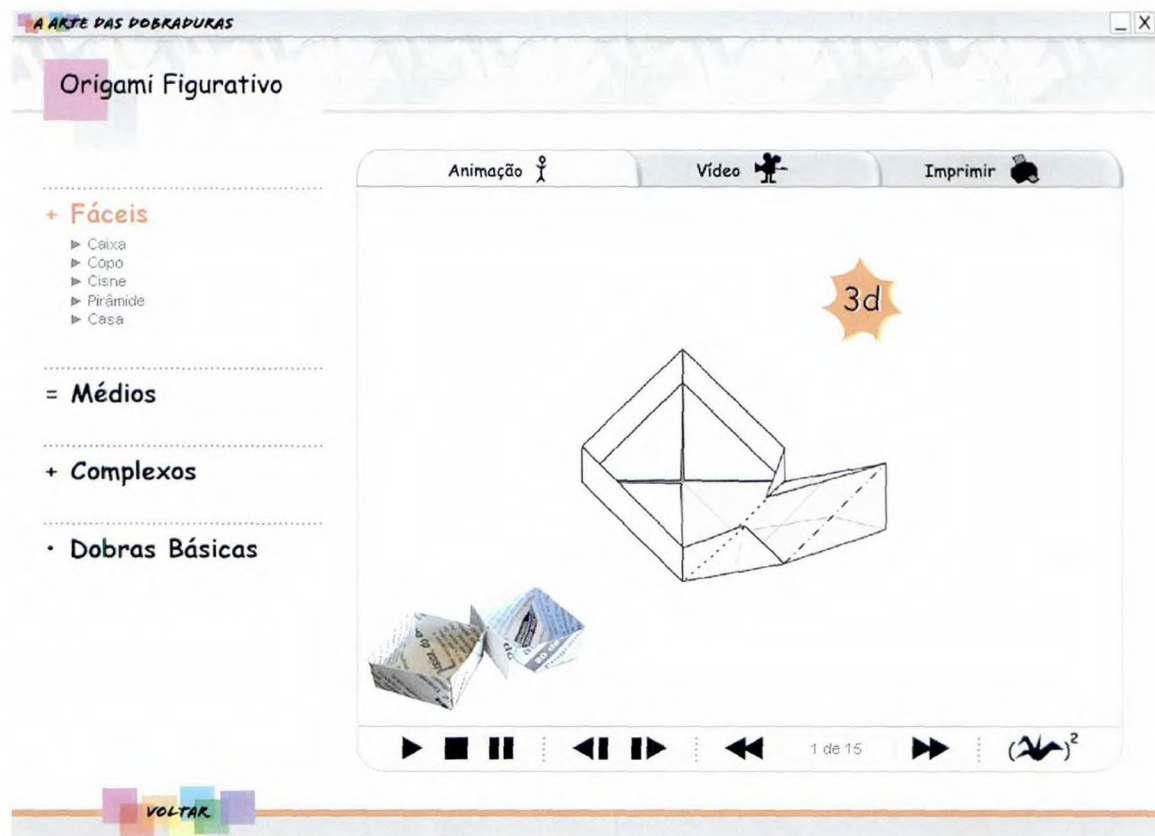


Figura 07: Tela prática do sistema que aborda o origami figurativo.

Para uma maior compreensão da funcionalidade deste sistema, e para melhor esclarecer a função de cada elemento gráfico apresentado na tela explicativa de cada técnica, representada na figura 07, optou-se por apresentar os ícones separadamente explicando suas respectivas funções.

O sistema, como na maioria dos aplicativos computacionais, também apresenta a barra superior contendo, à esquerda seu Nome/Símbolo assim como à direita os ícones que possibilitam minimizar ou fechar a janela no qual funciona (figura08)



Figura 08: Orienta o usuário em termos de localização dentro do sistema.

Na figura 09, demonstra-se uma representação gráfica, que foi construída baseada no layout da tela de abertura do sistema, onde em destaque está a cor referente ao ícone de acesso a essa tela e o assunto no qual o usuário se encontra navegando. A cor e a posição do quadrado em destaque, assim como o nome referente a técnica, irão alterar conforme a escolha do usuário realizada na tela principal do sistema.

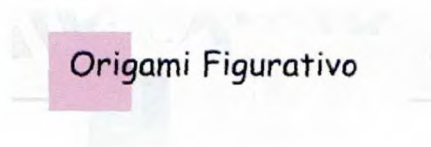


Figura 09: Orienta o usuário em termos de localização dentro do sistema.

Como pode-se perceber na tela representada pela figura 07, à esquerda da mesma, apresenta-se as opções de escolha dos modelos de Origami, conforme o grau de complexidade. No entanto ao passar o cursor sobre os ícones representados (**+Fáceis**, **=Médios** e **+Complexos**), surgirá na tela a lista de opções de modelos, de forma nominal. Ao clicar sobre o nome do modelo escolhido aparecerá ao lado, dentro do fichário, o fluxograma animado (por default do sistema) referente ao modelo escolhido, assim como uma foto ilustrando o que se busca construir. Ainda nesta barra de opções o sistema mostrará uma palavra-chave (**Dobras Básicas**) que seria a porta de entrada para uma coleção de mostras básicas enumeradas. Veja na figura 10, abaixo, a lista de opções em destaque.

+ Fáceis

- ▶ Caixa
- ▶ Copo
- ▶ Cisne
- ▶ Pirâmide
- ▶ Casa

.....
= Médios

.....
+ Complexos

.....
• Dobras Básicas

Figura 10: Ícones de opções de escolha para tipo de dobras, modelos ou básicas.

Na figura 11, apresenta-se o ícone que permite que o usuário volte a tela inicial do sistema. Este ícone está sempre presente, em todas as telas.



Figura 11: Ícone que permite a navegação para a tela inicial do sistema.

O campo das atividades, relativas ao conteúdo já escolhido pelo usuário, está compreendido na área demonstrada na figura 12, a qual apresenta variadas opções quanto a forma de apresentação desta informação.

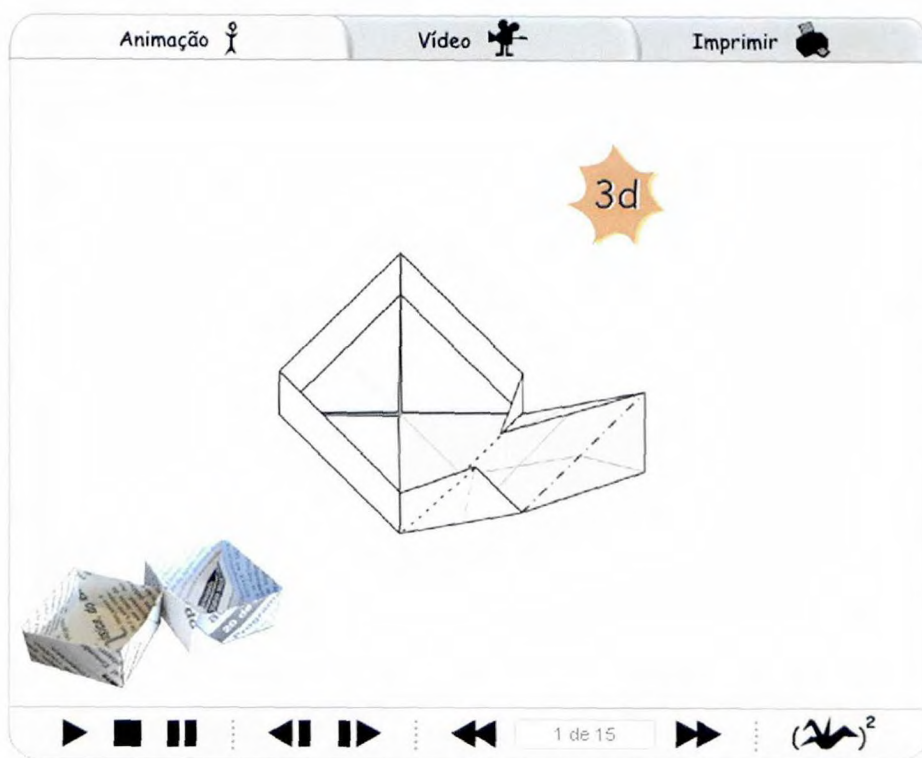


Figura 12: Área de apresentação do conteúdo referente a escolha do usuário.

Na figura 13, destaca-se parte da área apresentada na figura anterior, que compreende a “barra de opções” quanto a forma de representação do conteúdo correspondente ao modelo do origami escolhido. A primeira opção desta barra refere-se ao fluxograma animado, forma default do sistema; a segunda opção, trata da demonstração do vídeo deste mesmo modelo, e é através deste meio que o sistema irá declarar ao usuário as relações de conceitos matemáticos aplicados no origami. Já a terceira opção, permite que o usuário faça abra a caixa de impressão, para imprimir o fluxograma do mesmo (estando este armazenado em tamanho A4, colorido – conforme a figura 03 deste trabalho).



Figura 13: Barra de opções para alterar a forma de apresentação do conteúdo .

Demonstra-se, através da figura na página seguinte, um dos passos finais do fluxograma animado do modelo “caixa”, junto com a foto do mesmo; observe que o símbolo “3d” destaca o momento em que o origami passa de sua forma plana, para a forma tridimensional.

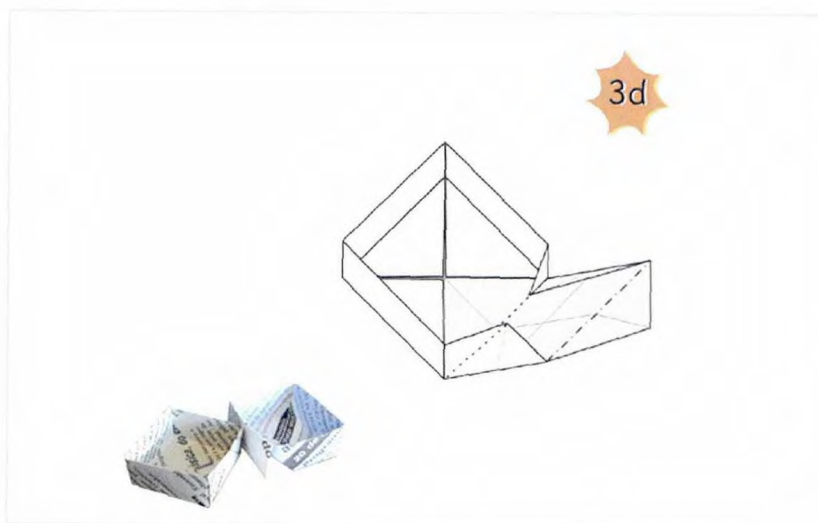


Figura 14: Área de demonstração das animações, filmagens e fluxogramas passo-a-passo.

Finalizando tal descrição, essa tela apresenta na sua base, uma barra de ferramentas com as opções de navegação dentre os passos do origami em questão (semelhantes a de um aparelho de reprodução de vídeo); o ícone representado por um passarinho (o tsuru - figura representativa do origami) junto com os parênteses e a simbologia de área ao quadrado, possibilita que o usuário veja os passos para a confecção do modelo escolhido enfatizando-se os conceitos matemáticos no passo-a-passo.



Figura 15: Barra de opções de controle de animação e apresentação do conteúdo.

O sistema ainda conta com uma parte informativa teórica, como já foi citada anteriormente, que tem acesso através dos ícones "O que é", "O papel" e "Dicas". Na figura abaixo, demonstra-se a primeira delas; esta tela aborda a teoria do que seria a "Arte das dobraduras" em uma lacuna vertical do lado esquerdo da tela, sendo no seu lado direito demonstrado o já conhecido fichário com o objetivo de apresentar o conteúdo referente à "o que é" cada técnica apresentada (conforme escolha do usuário nos ícones representados na parte superior do fichário).

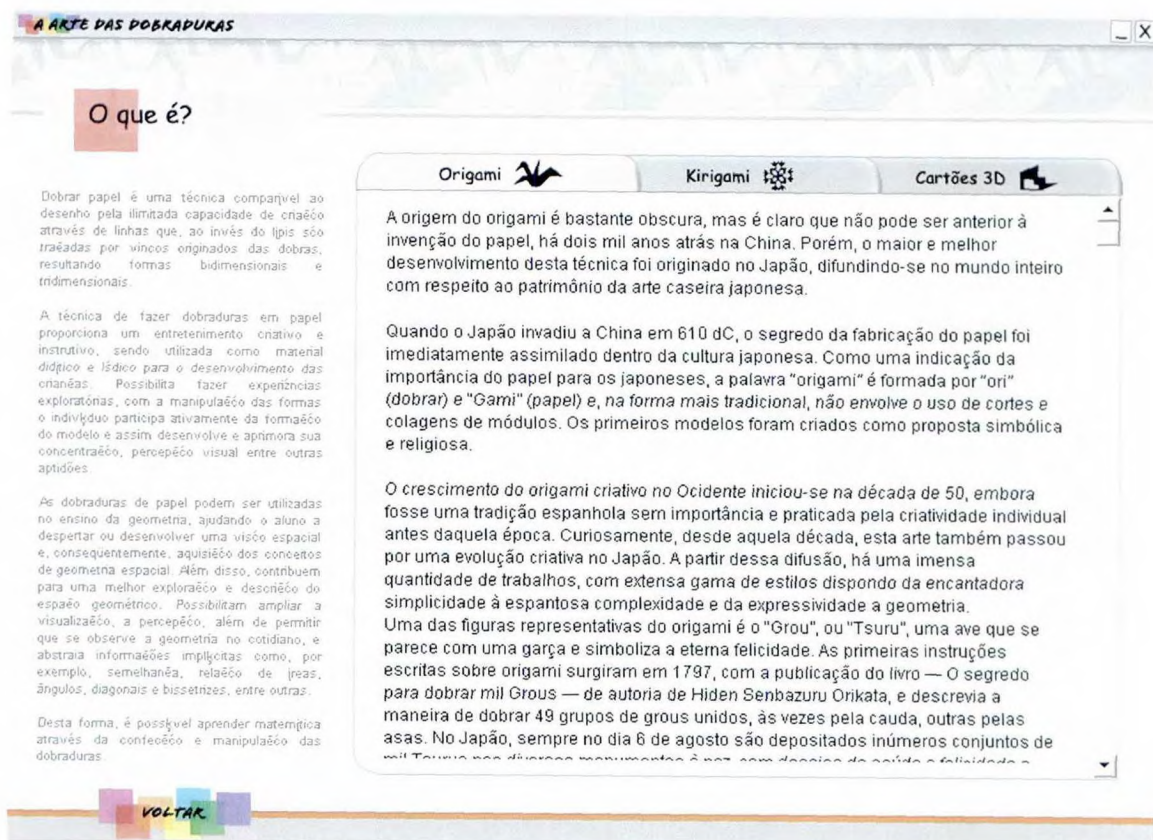


Figura 16: Tela do sistema, que envolve a teoria relacionada a cada técnica abordada.

Observa-se também que a estrutura geral vem se mantendo para não confundir o usuário e não ocasionar perda de tempo para entender o funcionamento do sistema e sim somente para a busca de conhecimento no mesmo.

Optando por "Dicas", o aluno acessará regras que o auxiliam para fazer as dobraduras e optando por "O papel" dará entrada na teoria que explica os vários tipos de papéis que podem ser utilizados para a confecção de uma peça. É importante ressaltar que para estas três opções (por se tratar da teoria) o aluno encontrará ícones que possibilitam o acesso a teoria específica de cada técnica apresentada no sistema (Origami, Kirigami e Cartões 3d).

Cabe declarar que, neste trabalho implementou-se apenas o que era conveniente ao escopo do mesmo, o assunto Origami, deixando em aberto muito a ser feito. A idealização completa deste sistema é uma proposta ainda maior que permite a atuação de pesquisadores de várias áreas que podem futuramente vir a atuar no mesmo, no entanto, como ele se encontra em fase de desenvolvimento, para a apresentação oral deste trabalho serão demonstrados mais conteúdos que estão, no presente momento, sendo desenvolvidos.

CAPÍTULO V - CONCLUSÃO

Através deste trabalho pode-se concluir que o uso do Origami e dos recursos computacionais são ferramentas que podem auxiliar o ensino da Matemática, em especial o da Geometria.

No sistema desenvolvido "A Arte das Dobraduras", verificou-se que a ludicidade do Origami é muito eficaz no processo de ensino-aprendizagem, pois além de cativar e motivar os alunos faz com que estes desenvolvam a criatividade, a imaginação e o raciocínio matemático, buscando assim o conhecimento. Os recursos computacionais também contribuem neste processo, pois podem apresentar certos conteúdos ou servir de suporte para reforçar a aprendizagem de outros de uma forma atrativa, através de sons, imagens, animações, entre outros. Com isso, estimula-se a curiosidade, incentiva-se a busca de descobertas e supera-se obstáculos.

Desta forma, este Trabalho de Conclusão de Curso, através do sistema "A Arte das Dobraduras" procura contribuir com o ensino da Matemática, mais especificamente o da Geometria, com um material didático que explora o ensino do Origami, ressaltando conceitos geométricos presentes em suas dobras, através do lúdico e animado processo de captação deste conteúdo. Finaliza-se com a satisfação de ter contribuído para tanto, abrindo espaço para novos futuros trabalhos.

CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Iolanda Andrade; LOPES, Rozana Façanha; SILVA, Elison Barbosa de. **O origami como material exploratório para o ensino e a aprendizagem da geometria.** In: GRAPHICA2000, 13., 2000, Ouro Preto/MG. Anais... Ouro Preto.

AYTÜRE-SCHEELE, Zülal. **Dobraduras divertidas: origami em cores.** 8ªed. São Paulo: Siciliano, 1999.

KAWANO, Carmem. A matemática do origami. **Galileu**, São Paulo, nº141, págs.60-61, abril 2003.

CHATANI, M. **Origamic architecture of Mashiro Chatani.** Tokyo, Japan: Shokokusha Publishing Company Ltd., 1983.

EDWARDS, Betty. **Desenhando com o lado direito do cérebro.** 13ªed. Rio de Janeiro: Ediouro, 1984.

FERREIRA, Aurélio B. de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** 2ªed. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira S.A. 1994.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade: e outros escritos.** São Paulo: Paz e Terra S/A, 1976.

FREITAS, Andresa. **Desenho Geométrico Virtual: aprofundamento do tratamento de erros do aprendiz.** Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC. Florianópolis, 2003.

FUSE, Tomoko. **Kobako ni tsumeru 12 kagetsu.** Tóquio: Tsukumashobou, 2003.

GELSLEICHTER, Félix. **Desenho Geométrico Virtual: elaboração e implementação de problemas do módulo básico.** Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC. Florianópolis, 1999.

GÊNOVA, Antonio Carlos. **Brincando com Origami: Aprendendo com dobraduras.** São Paulo: Global, 2002.

GÊNOVA, Antonio Carlos. **Origami: A milenar arte das dobraduras.** São Paulo: Escrituras, 2001.

GILBERTO, William. **A cidade de origami**. São Paulo: Nobel, 2001.

JACKSON, Paul; A'COURT, Angela. **Origami e artesanato em papel**. Edelbra Ind. Gráfica e Editora Ltda. Erechin, RS, 1996.

LIMA JÚNIOR, Josué Alves de. **Explorando as formas geométricas presentes na construção do origami tridimensional para o ensino**. In: GRAPHICA2003, 16., 2003, Santa Cruz do Sul. Anais... Santa Cruz do Sul/RS. Disponível no CD-ROM do Simpósio.

OGIWARA, Yuriko; NAMIKI, Hironobu. **Kirigami asobi**. Tóquio: Kin-En- Sha, 2003.

PRIETO, José Ignacio Royo. **Matemáticas y papiroflexia**. In: Revista Sigma, nº 21, novembro 2002.

PEREIRA, João Haroldo Borges. **Desenvolvimento de um ambiente Hipermídia para o ensino da geometria plana - módulo polígono**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis, 2001.

QUINTIN, Jonathan. **Terapia das cores II**. Nova Zelândia: Best Seller, 1993.

SÁ, Dario de. **Origami: Arte Japonesa em Dobras de Papel**. Rio de Janeiro: Tecnoprint S. A, 1987.

SIQUEIRA, José de Oliveira. **Origami e Geometria**. In: Revista do Professor de Matemática. Nº 16, p. 22, SBM, 1990.

REGO, Rogéria Gaudêncio do.; REGO, Rômulo Marinho do.; GAUDENCIO JÚNIOR, Severino. **A geometria do origami**. João Pessoa, Paraíba: Editora Universitária/UFPB, 2003.

TRACCO, Mauro. **O matemático da diversão**. In: Revista Super Interessante, São Paulo, nº192, págs.94-95, setembro 2003.

UENO, Thaís Regina. **O origami arquitetônico como forma de expressão gráfica**. In: GRAPHICA2003 – CD-ROM do evento. Santa Cruz do Sul/RS, 2003.

ULBRICHT, Sérgio Murilo. **Geometria e desenho: história, pesquisa e evolução**. Florianópolis, 1998.

VIEIRA, Josiane Wanderlinde; OROFINO, Karin Zapeline. **Modelagem em papel – Origami Modular**. In: EREMAT SUL2003, UFSC. Florianópolis, 2003.

WANDERLINDE, Josiane. **Idealização de um Sistema Educacional relacionando a Geometria com o Método Lúdico de Aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, 1998.

Sites Consultados

www.revistagalileu.globo.com/Galileu/html

www.regina.aguiar.nom.br/beneficio.html

www.prof.2000.pt/users/oluap/Historia.html#Origami

www.pajarita.org/alp/articulos/ARTIC6-3.PDF

www.maringa.com/diversão/hobbys/origami/arquitetura.htm

www.moderna.com.br\arte\origami\origami\0001