

Um modelo didático tridimensional da dupla hélice do DNA



Priscylla Moll¹ e Laisa Lorenti²

¹ Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo

² RDO Diagnósticos médicos, São Paulo

Autor para correspondência: pmoll.bio@gmail.com

A atividade apresenta uma maneira simples e barata de construir, em sala de aula, um modelo da molécula de DNA com o objetivo de facilitar a formação da representação mental desta molécula, fundamental para a compreensão de sua estrutura e dinâmica celular, por estudantes do ensino médio.



O objetivo desta atividade é construir um modelo da molécula tridimensional da dupla-hélice do DNA, estrutura muitas vezes não compreendida pelos alunos nas aulas regulares quando são utilizados somente modelos bidimensionais como esquemas e desenhos. Além disto, a atividade tem por objetivo revisar conceitos sobre a estrutura química do DNA, com foco nas bases nitrogenadas de natureza e conformação distintas, conectadas por ligações de hidrogênio.

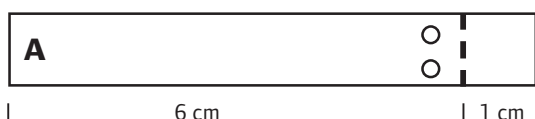
O estudo do modelo tridimensional do DNA apresentado nesta atividade deve ser feito após as aulas teóricas sobre esse tema, para que os estudantes consigam ter uma ideia mais clara de todos os componentes da molécula e sua distribuição espacial. Dessa forma, as representações bi e tridimensionais poderão ser comparadas e gerar uma discussão que contribuirá para a compreensão do modelo da molécula.

Os estudantes executarão um protocolo de montagem de um modelo de DNA e, ao final da aula, serão retomados e revisados os principais conceitos abordados durante as aulas teóricas ministradas anteriormente e durante a construção do modelo.

PREPARAÇÃO DO MATERIAL

O material para a montagem do modelo deverá ser preparado previamente à aula de sua montagem, pelo professor ou pelos estudantes. Cada grupo de estudantes receberá um conjunto dos materiais descritos a seguir.

- 24 retângulos de papel cartão de quatro cores diferentes representando os quatro tipos de bases nitrogenadas: adenina, timina, citosina e guanina. Para cada cor



são necessários sete retângulos: três de 2 x 6 cm e três de 2 x 7 cm. Nomear a base correspondente no canto esquerdo dos retângulos. No canto direito dos retângulos de 2 x 7 cm, traçar uma linha pontilhada a 1 cm da borda e, logo após esta, fazer dois furos verticais (de diâmetro aproximado de um fio de arame grosso), na mesma direção, conforme figura 1. (Esta etapa pode ser realizada previamente pelos estudantes);

- Canudos plásticos de quatro cores diferentes, correspondentes às cores das bases nitrogenadas, cortados em pedaços de 3 cm de comprimento. Colar os canudos, com o auxílio de fita adesiva transparente, no verso dos retângulos de papel-cartão, sendo que uma das extremidades do canudo deve coincidir com a margem na qual está escrita a letra que identifica a base nitrogenada;
- Arame grosso, duro e com 30 cm de comprimento;
- Fita adesiva transparente;
- Barbante engomado, 3 metros
- Caneta de tinta permanente;
- Cola em bastão;
- Quadrados de isopor de 15x15 cm;
- Instruções de montagem (1 cópia para cada grupo).

Os estudantes devem trabalhar em grupos de quatro ou cinco indivíduos. O professor deve entregar-lhes um kit de material para a montagem da dupla-hélice de DNA juntamente com as instruções de como proceder para construir a molécula de DNA. O tempo estimado para a montagem do modelo é de 20 minutos, caso os retângulos que representam as bases tenham sido previamente preparados. O professor circula pela sala orientando, quando necessário, a solução de dúvidas. Após a montagem dos modelos, os estudantes deverão discutir e responder às questões sugeridas no item “Entendendo

o modelo de DNA”. Com todas as questões e dúvidas esclarecidas, o professor poderá então iniciar uma discussão sobre o tamanho da molécula de DNA no interior das células vivas e solicitar que os estudantes estimem o grau de ampliação que o modelo montado em aula possui em relação ao tamanho real do DNA. As questões do item “Discutindo o tamanho do DNA” podem ser usadas para a orientação do professor.

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM DO MODELO DA DUPLA HÉLICE DO DNA

1. Formar os pares de bases de acordo com a complementaridade correta entre as bases nitrogenadas: o emparelhamento de T e C com G. Cada par deve sobrepor-se parcialmente ao retângulo menor (2 cm x 6 cm) sobre o maior (2 cm x 7 cm) na altura da linha tracejada e unir os dois, colando as extremidades, como mostrado na figura 2. A colagem deve ser bem feita para que as bases não se soltem durante a montagem da dupla hélice.
2. Desenhar, com a caneta de tinta permanente, duas ou três linhas na região de união dos dois retângulos do par, dependendo das bases emparelhadas: duas linhas para a ligação das bases A e T e, três linhas, para a ligação entre C e G. As linhas representam a quantidade de ligações de hidrogênio necessárias para manter o par unido. (Figura 2)

Figura 1.



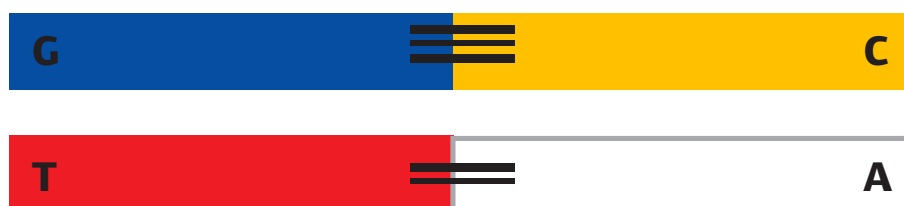


Figura 2.

3. Seguindo uma ordem aleatória de pares de bases, colocar cada par no arame, passando-o pelos dois furos existentes nas bases G e T. A passagem do arame deve

ser feita como indicado na figura 3: a linha cheia indica onde o arame será visto de frente e, a linha tracejada, onde o arame fica escondido atrás da carta.

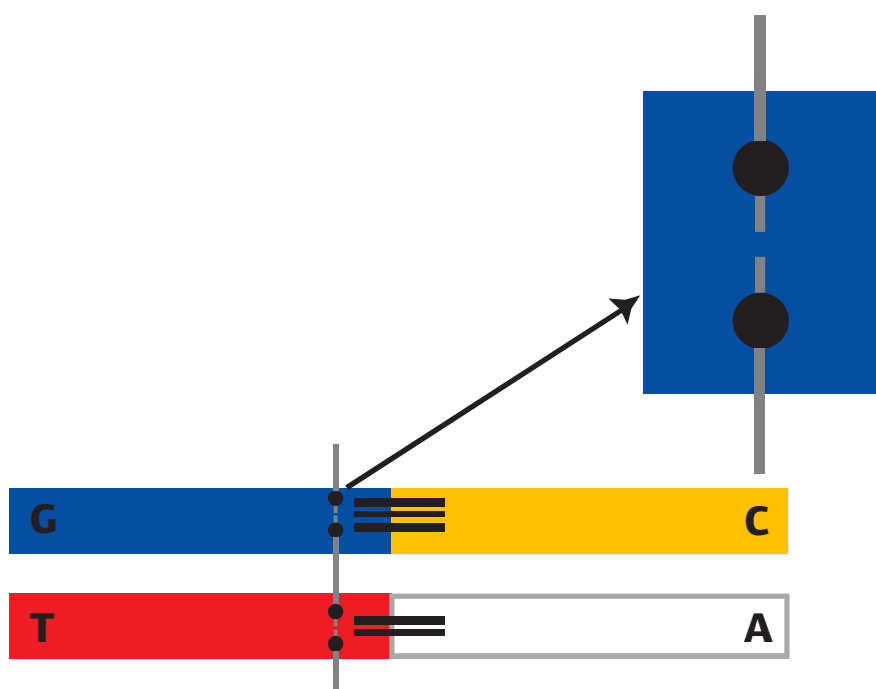
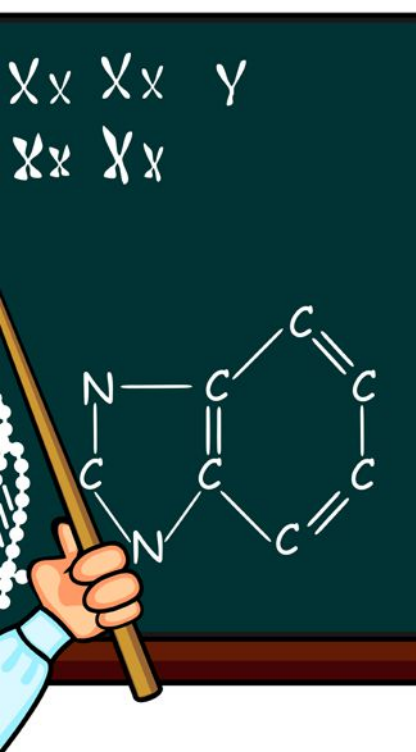


Figura 3.

4. Manter uma distância de aproximadamente 2 cm entre os pares fixados no arame como indicado na figura 4.

5. Passar o barbante pelos canudos colados no verso das cartas do primeiro par de bases, deixando duas pontas longas, conforme a figura 5.

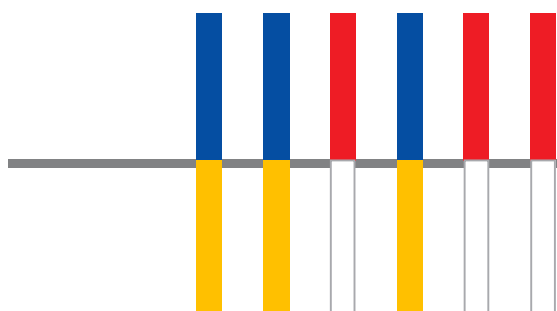


Figura 4.

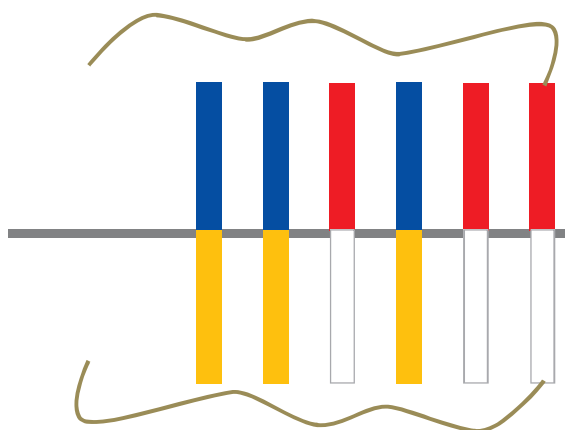


Figura 5

6. Passar estas duas pontas longas de barbante por todos os outros pares de base sucessivamente e de forma cruzada, semelhante ao cadarço de um tênis.

Atenção para não esticar muito o barbante nas laterais, é necessário deixá-lo mais frouxo, conforme indicado na figura 6.

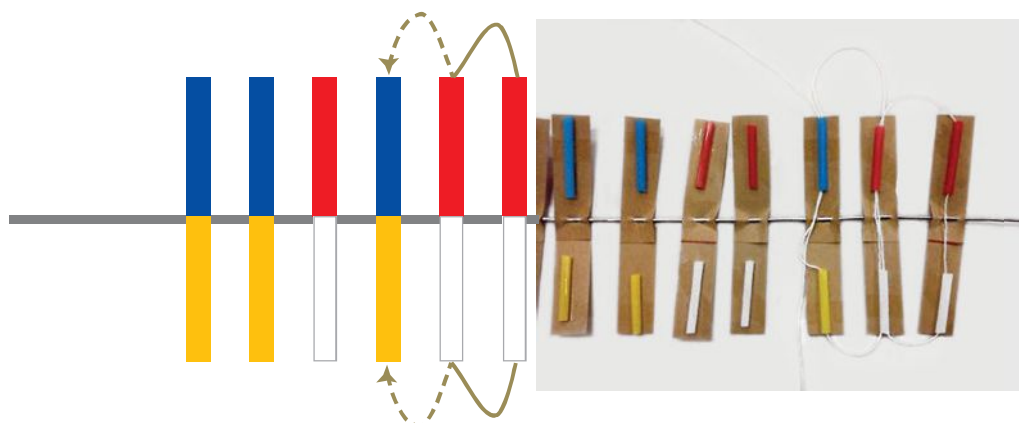


Figura 6.

7. Cortar as pontas excedentes do barbante e amarrá-lo no arame com um nó, como mostrado na figura 7.

8. Dar forma de dupla hélice ao DNA com um giro completo. Fixar o arame no quadrado de isopor (Figura 8).

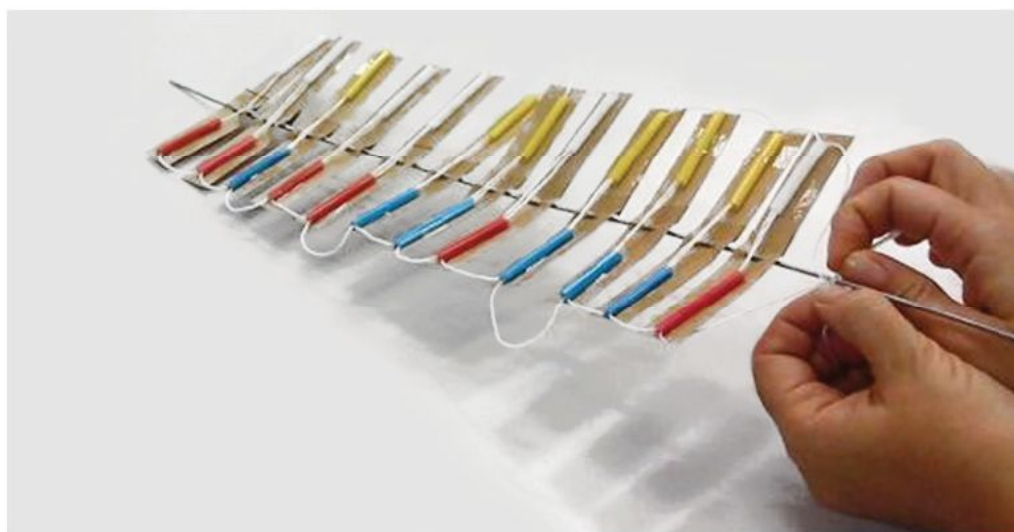


Figura 7.

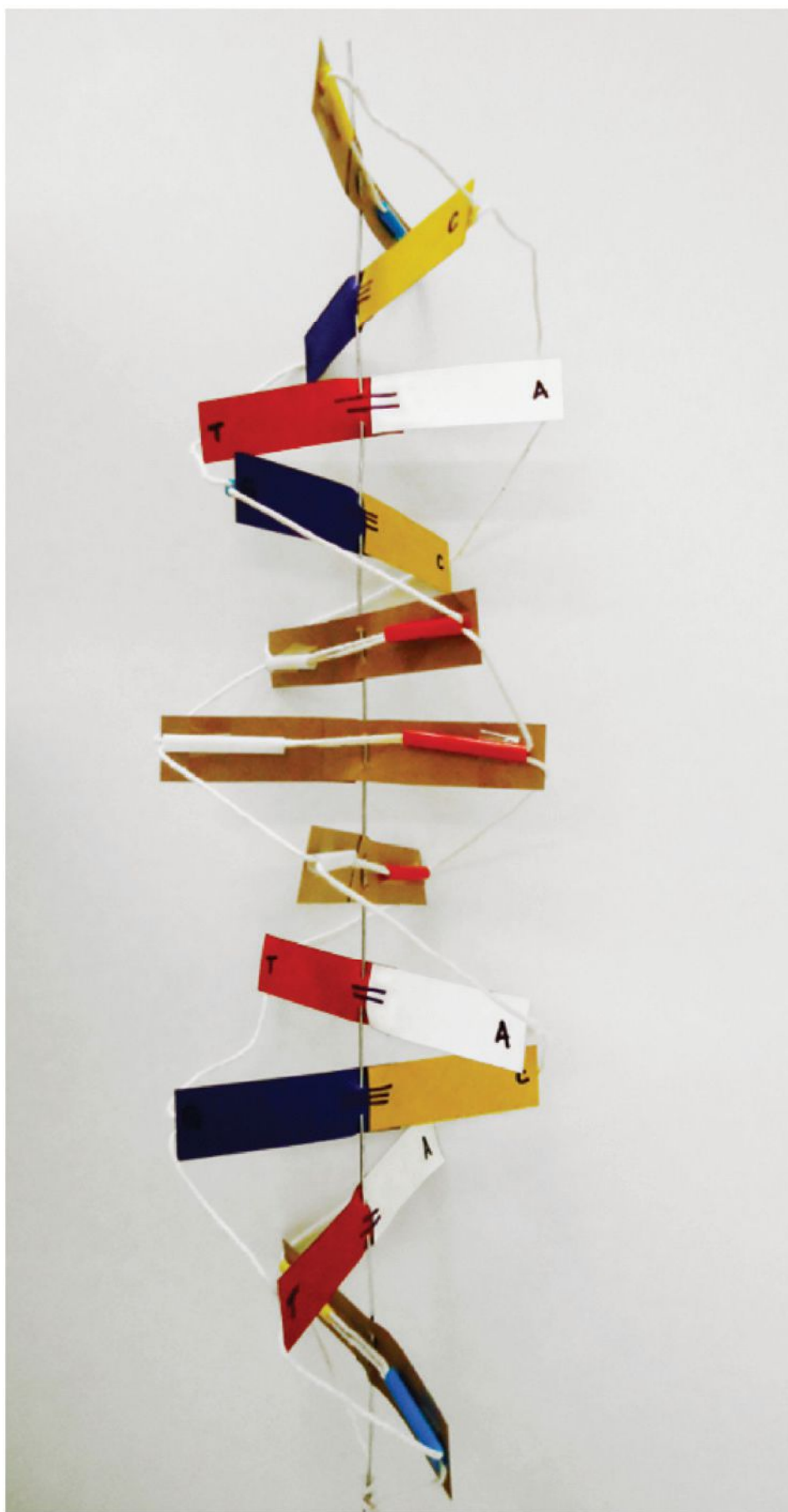


Figura 8.

Após a montagem dos modelos, o professor deve se certificar de que os estudantes entenderam o modelo da molécula de DNA, respondendo as perguntas a seguir.

ENTENDIMENTO DO MODELO DE DNA

1. O que representam os retângulos de papel-cartão?

Os retângulos representam as **bases nitrogenadas**.

2. Qual é o emparelhamento correto entre as bases nitrogenadas?

A base A emparelha com a T e a base C pareia com a G.

3. Quantas **ligações de hidrogênio** são necessárias para cada emparelhamento?

Entre as bases A e T são necessárias duas ligações ou pontes de hidrogênio e, entre as bases C e G, são necessárias três.

4. O que representa o barbante?

O barbante representa o **grupo fosfato** ligado a uma **pentose**, que no caso é a **desoxirribose**. A pentose e o grupo fosfato não foram apresentados neste modelo, pois o objetivo desta atividade é ser fácil e rápida, com tempo de execução viável para uma aula de 50 minutos. Caso seja de interesse do professor, as bases nitrogenadas retangulares poderiam ser substituídas pela figura 9, em que também estão representados a pentose e o grupo fosfato que, em conjunto com as bases nitrogenadas, formam um nucleotídeo.

O **grupo fosfato** é originado a partir do ácido fosfórico (H_3PO_4) pela remoção dos átomos de hidrogênio e confere à molécula de DNA características ácidas.

Pentose é um tipo de açúcar composto por cinco átomos de carbono.

Desoxirribose é um tipo de açúcar componente da estrutura química do DNA.

Bases nitrogenadas são compostos químicos constituídos por anéis de carbono que contêm nitrogênio e são classificadas em dois grupos, as purinas e pirimidinas.

Ponte de Hidrogênio é um tipo de interação entre átomos de hidrogênio e átomos de elementos fortemente eletronegativos, como o oxigênio, flúor e nitrogênio. No caso das bases nitrogenadas, a ligação ocorre entre átomos de hidrogênio e de nitrogênio.



Figura 9. Representação de um nucleotídeo (base nitrogenada em vermelho, pentose em azul e grupo fosfato em amarelo). Eles poderiam ser utilizados no lugar dos retângulos de papel que representam apenas as bases nitrogenadas.

5. O que é um **nucleotídeo**? Do que ele é composto?

O nucleotídeo é a menor parte constituinte dos ácidos nucleicos e é composto por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.

6. Como ocorre a ligação entre um nucleotídeo e outro?

A ligação ocorre entre o grupo fosfato de um nucleotídeo e a pentose do outro.

Com todas as questões e dúvidas esclarecidas, o professor poderá então questionar os alunos quanto ao tamanho da molécula de DNA no interior das células vivas quando comparadas ao tamanho do modelo montado. As respostas dos estudantes podem ser usadas para iniciar a comparação do tamanho do modelo em relação ao real tamanho da molécula, para que os alunos compreendam a dimensão do modelo montado por eles no interior das células vivas. As questões que se seguem podem ser usadas pelo professor para orientar a discussão.

Nucleotídeo é a unidade que constitui os ácidos nucleicos, compostos por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.



DISCUSSÃO DAS DIMENSÕES DO DNA

1. Será que é possível observar a molécula do DNA?

Por ser uma molécula muito pequena, ainda não foi inventado, até hoje, nenhum microscópio capaz de vê-la. Apenas se sabe sobre sua estrutura que foi determinada a partir de uma série de experimentos.

2. Qual o tamanho de uma molécula de DNA?

O DNA tem cerca de 2 nm de diâmetro, o que equivale a duas partes em um milhão do centímetro. Se o modelo construído tiver aproximadamente 12 cm de diâmetro, isso significa que o modelo será cerca de 60 milhões de vezes maior que uma molécula de DNA. Os números em si não são importantes para o conhecimento do aluno e que, ao mostrá-los, quer-se somente chamar a atenção deles para o diminuto tamanho dessa molécula.

COMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

Como sugestão, o professor pode realizar também a extração de DNA de um vegetal, por exemplo, para que fiquem mais claras e visíveis as proporções que foram tratadas na discussão. Para isto um protocolo recomendado seria o “DNA Vegetal na Sala de Aula”, de RODRIGUES *et al.* (2008), disponível em <http://www.ib.usp.br/materiaisdidaticos>.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Prof. Alessandra Bezerra (IB-USP) pelo incentivo para que publicássemos este trabalho e ao Prof. Mateus Santos pelas sugestões feitas no manuscrito.

REFERÊNCIAS

RODRIGUES, C. D. N.; DE ALMEIDA, A. C.; FURLAN, C. M.; TANIGUSHI, D. G.; DOS SANTOS, D. Y. A. C.; CHOW, F. & MOTTA, L. B. *DNA Vegetal na Sala de Aula*. São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP. Disponível em: http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=47&tmpl=component&format=raw&Itemid=98. Acessado em 17/10/2013.