

# **UMA ABORDAGEM PRÁTICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA: MAPAS GENÉTICOS**

## **A PRACTICAL APPROACH TO TEACHING GENETICS: GENETIC MAPS**

**Lucas Trentin Larentis<sup>1</sup>**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos  
llarentis@alunos.utfpr.edu.br  
ORIDI iD: 0000-0003-1952-8166

**Jean da Silva Amancio<sup>2</sup>**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos  
ORCID iD:0000-0003-1108-6463

**Nédia de Castilhos Ghisi<sup>3</sup>**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos  
ORCID iD: 0000-0001-7616-1618

## Resumo

Quando se trata das Ciências Biológicas, claramente, a Genética é uma das áreas mais encantadoras para os estudantes. Apesar de ser um tema dentro da Biologia que chama muito a atenção, algumas pessoas podem considerá-la de difícil entendimento. Isso ocorre, em especial, pelos complexos termos utilizados e por ser, assim como outras disciplinas, uma ciência consideravelmente abstrata, especialmente quando se fala de Genética Molecular. Uma proposta viável, nesse caso, é a elaboração de materiais didáticos. Estas ferramentas de ensino proporcionam aos estudantes uma maneira de visualizar e compreender estruturas muito pequenas, como a localização física dos genes nos cromossomos. Desta forma, com essa abordagem, visa-se destacar a produção de um modelo didático e proporcionar ao professor que ensina Genética, seja na escola ou na universidade, uma forma de poder explicar este conteúdo mais facilmente. Propõe-se a construção do modelo didático de um cromossomo humano, com a localização de alguns de seus genes. Após a construção do material e determinação das distâncias entre os genes, a Genética é materializada através da associação com uma estória, que contribui no processo de ensino-aprendizagem, através de analogias. A contextualização leva o aluno a descobrir a ordem correta dos genes, que são tratados como sede de gerências de fábricas em uma grande avenida comercial, o cromossomo. Com essa atividade, objetiva-se a construção de um modelo didático, a elaboração de um mapa genético pelos alunos e a percepção de que os genes ocupam, de fato, um espaço físico no cromossomo.

**Palavras-chave:** Genética; Material didático; Linkage genético; Ensino.

## Abstract

When it comes to the Biological Sciences, clearly, Genetics is one of the most enchanting for students. Despite being a topic within Biology that draws a lot of attention, some people may find it difficult to understand. This occurs, in particular, due to the complex terms used and because, as well as other disciplines, it is a considerably abstract topic, especially when talking about Molecular Genetics. A viable proposal, in this case, is the development of teaching materials. These teaching tools provide students a way to visualize and understand very small structures, such as the physical location of genes on chromosomes. Thus, with this approach, the aim is to highlight the production of a didactic model and provide the teacher who teaches Genetics, whether at school or university, a manner to explain this content more easily. It is proposed to make the didactic model of a human chromosome, with the location of some of its genes. After building the material and determining the distances between the genes, Genetics is materialized through the association with a story, which contributes to the teaching-learning process, through analogies. The contextualization leads the student to discover the correct order of genes, which are treated as factories seats in a large commercial avenue, the chromosome. With this activity, the objective is the construction of a didactic model, the elaboration of a genetic map by the students and the perception that the genes cover, in fact, a physical space on the chromosome.

**Keywords:** Genetics; Teaching material; Genetic linkage; Teaching.

## 1. INTRODUÇÃO

Mapas genéticos são representações gráficas das posições e das distâncias entre genes situados em determinado cromossomo. Em oposição a Lei da Segregação Independente dos Fatores, conhecida como 2ª Lei de Mendel, genes localizados em um mesmo cromossomo tendem a não se separar durante a meiose, sendo enviados para o mesmo gameta; diz-se que estes genes estão ligados. Desta maneira, todos os genes que se encontram em um mesmo cromossomo compõem um grupo de ligação. O primeiro mapa genético foi elaborado para a mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster* Meigen, 1830), por Alfred Sturtevant (1913). Thomas Morgan e sua equipe de pesquisa, que incluía Sturtevant, perceberam que através da taxa de recombinação – troca de regiões homólogas durante o *crossing-over* – entre os genes era possível estimar suas distâncias relativas (MORGAN et al., 1915). Assim, genes mais próximos tendem a se segregar menos do que genes que estão em locais mais distantes no mesmo cromossomo (PIERCE, 2014).

A Genética é uma das áreas das Ciências Biológicas que mais chama a atenção dos educandos e isso se deve, em parte, a presença de tópicos científicos relacionados nas mídias (SANTANA; FERNANDES; SOUZA, 2017). Entretanto, essa área também pode ser considerada como uma das de mais difícil compreensão. Segundo Cid e Neto (2005), as dificuldades encontradas pelos alunos podem estar associadas a conteúdos muito abstratos (como a divisão de uma célula, a estrutura do DNA ou a recombinação gênica entre cromossomos homólogos); outro possível empecilho são os nomes das estruturas ou de processos que ocorrem nas células ou entre os seres (como anáfase, polialelismo, alelo, gene e codominância). Silva, Nascimento e Lopes (2014) concordam em dizer que as dificuldades no ensino-aprendizagem de Genética não podem ser atribuídas exclusivamente a um fator único. Os autores citam que, dentre eles, há problemas nas metodologias, numa carga horária de aulas reduzida e na falta de modelos didático que facilitem a compreensão dos tópicos.

Como forma de superar as adversidades que os alunos enfrentam, a utilização de materiais didáticos é enfatizada e nos dias atuais se torna imprescindível para aliar teoria e prática (REZENDE; GOMES, 2018). O uso de materiais didáticos pode ser associado ainda a uma aprendizagem mais significativa quando se leva em consideração alunos com necessidades especiais (DELOU et al., 2017; NETO; AGUM; NETO, 2017). A construção destes materiais é uma forma de inserir estudantes, muitas vezes excluídos, no processo de ensino-aprendizagem. Novas formas de ensinar, por exemplo, através de materiais didáticos, estão relacionadas a um maior interesse e o despertar da curiosidade por parte os alunos (VIEIRA,

2010; BARROS, 2013). Trabalhos anteriores usando materiais didáticos para o ensino de Genética demonstraram expressiva melhora na assimilação dos conteúdos (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003; MOURA et al., 2013; MASCARENHAS et al., 2016). Além disso, dentre os documentos norteadores da Educação Básica no Brasil, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), colocam algumas estratégias para que se possa trabalhar o lúdico em sala de aula, como modelos explicativos e representativos, jogos e brincadeiras, materiais didáticos e metodologias de ensino diferenciadas.

O material apresentado neste artigo se destina principalmente a alunos do Ensino Médio, porém, pode ser aplicado em todos os níveis educacionais que tratam do tema. Para promover aos alunos uma aproximação à realidade das técnicas e termos usados em sala de aula e para uma melhor compreensão do conceito e estrutura de mapas cromossômicos, desenvolveu-se este material como forma de apoio didático nas aulas de Biologia. O objetivo da elaboração deste material didático é principalmente destinado aos professores de Genética, que podem utilizar este material nas suas aulas e possibilitar aos alunos: (i) entender a implicação da localização dos genes no mendelismo; (ii) realizar a construção de um mapa cromossômico; e (iii) perceber que os genes ocupam um espaço físico no cromossomo. Para o melhor entendimento dos alunos, fazem-se necessários conhecimentos básicos de divisão celular e genética mendeliana.

## 2. PROCEDIMENTOS

Para a confecção do material didático sugere-se o uso do desenho do cromossomo 1 (Apêndice 1); isopor; lápis, lápis de cor, régua, papelão, borracha, tesoura e cola. Os genes descritos abaixo são alguns dos presentes no cromossomo 1 de *Homo sapiens* e foram os escolhidos como modelo para a realização da atividade. A nomenclatura oficial e as proteínas codificadas foram verificadas por meio do site “*Multi-symbol checker*” da Human Genome Organisation [Organização Genoma Humano] (HUGO, 2019).

Para uma melhor visualização e entendimento, a imagem do cromossomo 1 pode ser redesenhada em isopor, levando em consideração as medidas presentes no Apêndice 1. Após feito isso, enumera-se de 1 a 5 os *loci* de NPPA, RHD, F3, SERPINC1 e CD55. O gene REN estará identificado para a atividade proposta. O suporte de papelão deve ter as dimensões médias de 25 cm × 62 cm. Para a construção das fábricas, veja o modelo do Apêndice 2. Cada fábrica pode ser construída de papelão ou caixinhas de leite e depois coloridas, da mesma cor de seu respectivo *locus*. Na Figura 1B pode-se observar o modelo didático finalizado.

1. F3. *Locus* gênico: 1p21.3. Codifica o fator de coagulação 3 (glicoproteína de superfície);
2. REN. *Locus* gênico: 1q32.1. Codifica a enzima renina;
3. SERPINC1. *Locus* gênico: 1q25.1. Codifica um inibidor de protease plasmática da superfamília das serpinas (membro 1, família C);
4. RHD. *Locus* gênico: 1p36.11. Responsável pelo fator Rh (antígeno D);
5. CD55. *Locus* gênico: 1q32.2. Codifica a molécula CD55 (sistema de grupo sanguíneo Cromer);
6. NPPA. *Locus* gênico: 1p36.22. Codifica o peptídeo natriurético tipo A.

### 3. ATIVIDADE PROPOSTA

No modelo didático, cada gene pode ser relacionado analogicamente à sede da gerência de uma fábrica. A gerência possui o segredo (no formato de informação genética) para a confecção de um produto final, a proteína específica daquela fábrica. As fábricas têm, resumidamente, três diferentes tipos de trabalhadores, chamados genericamente de RNAs: (i) os mensageiros, que levam uma cópia transcrita do segredo até as fábricas; (ii) os ribossomos, que não trabalham no mesmo local da gerência, mas recebem a informação e confeccionam o material, com a ajuda dos (iii) tradutores, que traduzem a informação trazida pelos mensageiros. Ao aluno, propõe-se a seguinte analogia: “Em uma grande avenida comercial (o cromossomo), que está dividida em lado norte e lado sul (braços p e q do cromossomo, respectivamente), há muitas sedes de gerências de fábricas (cada *locus* gênico). Os trabalhadores das fábricas (ribossomos) produzem os mais variados produtos, necessários para a manutenção da vida na cidade celular (a célula). Na construção de um mapa desta avenida, as distâncias entre as sedes foram medidas e anotadas – a unidade de medida usada é o centiMorgan (cM), como visto na Tabela 1. Os trabalhos no desenho do mapa começaram, porém, o cartógrafo responsável não está conseguindo identificar quais fábricas são representadas pelos números na Figura 1A. Com o auxílio da Tabela 1, ajude o cartógrafo a descobrir quais números no mapa correspondem a fábrica correta”.

Com esta atividade, espera-se que alunos os consigam, através do uso da lógico-matemática, relacionar corretamente a ordem dos genes em questão e materializar os conceitos de genética. Também se busca, através da prática, frisar conceitos já aprendidos, por exemplo, divisão celular e leis de Mendel, bem como facilitar a assimilação de novos conceitos, como os mapas genéticos e a sua construção.

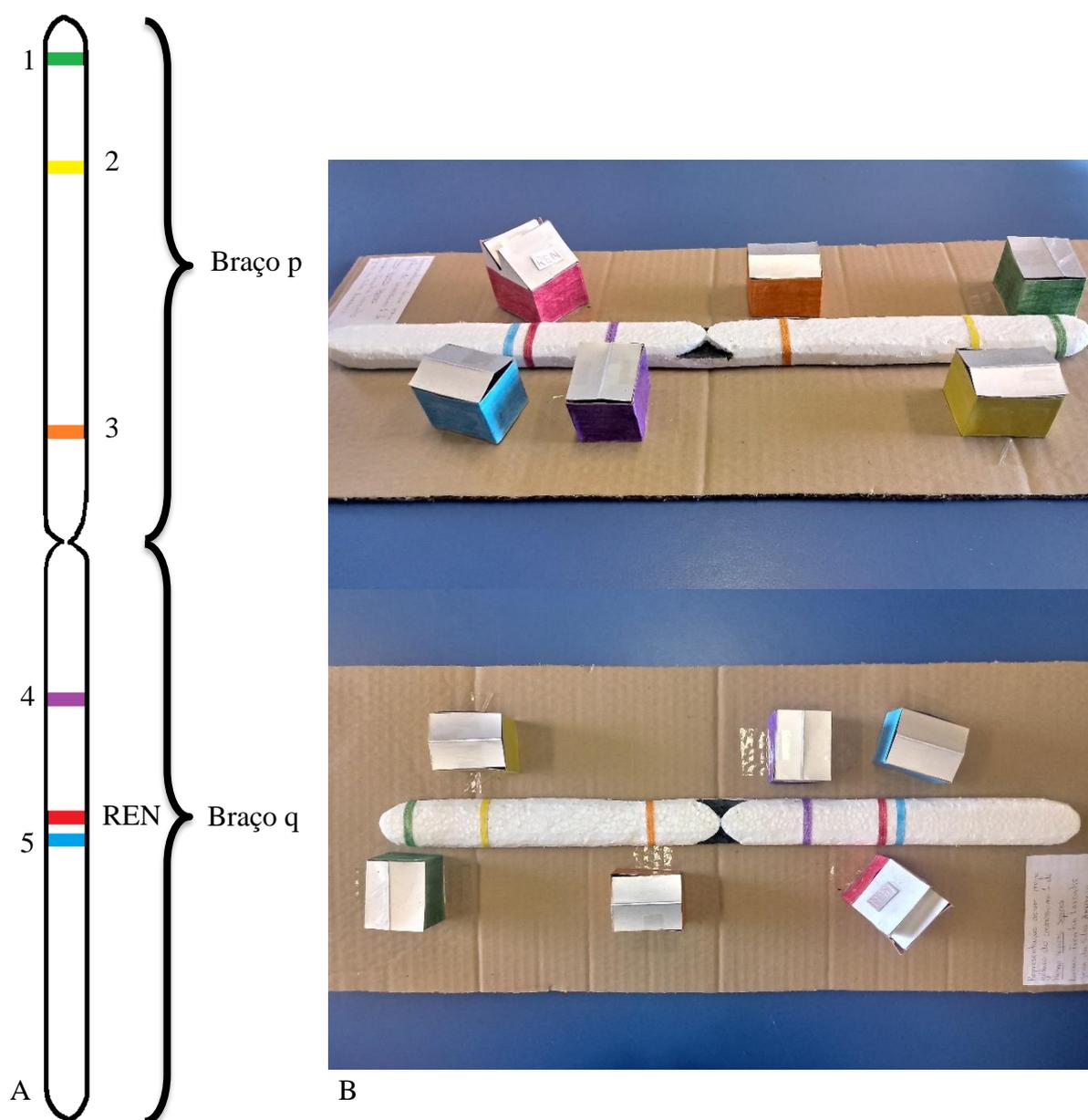


Figura 1 – Representação esquemática dos genes e das fábricas no modelo didático. A: esquema dos genes no cromossomo 1 humano (NIH/CEPH, 1992); B: os genes no esquema de fábricas, em isopor e papelão.

Na Figura 2 é possível encontrar a resolução do problema. A ordem correta dos genes é: (1) *NPPA*; (2) *RHD*; (3) *F3*; (4) *SERPINC1*; e (5) *CD55*. O gene mais próximo de *REN* é *CD55* (5); o segundo gene mais próximo de *REN* é *SERPINC1* (4); o gene mais distante de *CD55* é *NPPA* (1); o gene mais próximo a *NPPA* é *RHD* (2) e, por fim, o segundo gene mais próximo de *RHD* é *F3* (3).

Tabela 1 – Distâncias entre os genes

| Pares de genes | Distâncias (em cM) |
|----------------|--------------------|
| F3-SERPINC1    | 94,1               |
| NPPA-F3        | 129,4              |
| REN-NPPA       | 262,4              |
| REN-SERPINC1   | 38,9               |
| SERPINC1-CD55  | 42,3               |
| F3- RHD        | 93,5               |
| RHD-REN        | 226,5              |
| NPPA-CD55      | 265,8              |
| RHD-SERPINC1   | 187,6              |
| F3-REN         | 133                |
| RHD- NPPA      | 35,9               |
| F3-CD55        | 136,4              |
| NPPA-SERPINC1  | 223,5              |
| CD55-REN       | 3,4                |
| RHD-CD55       | 229,9              |

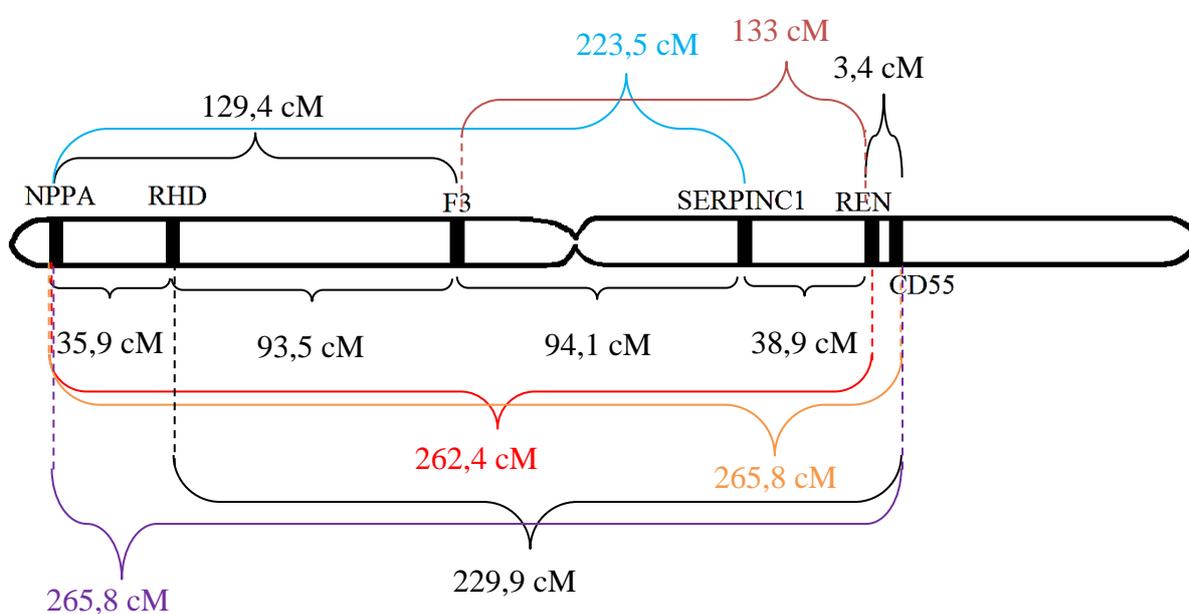


Figura 2 – Resolução do problema por meio das distâncias relativas entre os genes.

#### 4. CONCLUSÃO

Percebe-se que metodologias de ensino que utilizam de materiais didáticos como esse ajudam os educandos a melhor compreender conteúdos abstratos e de difícil abordagem, como a posição dos genes nos cromossomos, sua influência na produção dos gametas e os métodos utilizados pelos geneticistas para inferir essas posições através das taxas de recombinação entre eles. Recomenda-se a aplicação do modelo didático junto a um grupo de estudantes para que seja verificada a sua eficácia.

#### REFERÊNCIAS

BARROS, G. D. **O uso de um recurso didático como subsídio para o ensino de genética**. 2013. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação. 2006. 135 p. v. 2. Disponível em: <<https://bit.ly/2J3o5TE>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2qSOP0H>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

CID, M.; NETO, A. J. Dificuldade de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: O caso da genética. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1-5, 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/33Cbxfr>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

DELOU, C. et al. É possível ensinar a genética para alunos cegos? **Conhecimento & Diversidade**, v. 8, n. 16, p. 84-99, mai. 2017.

HUGO. Gene Nomenclature Committee. (2019). **Multi-symbol checker**. Disponível em: <<https://bit.ly/2weiKIN>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

MASCARENHAS, M. J. O. et al. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em Foco**, v. 21, n. 2, p. 05-24, 2016.

MORGAN, T. H. et al. **The Mechanism of Mendelian Heredity**. New York: Henry Holt and Company, 1915. 262 p. Disponível em: <<https://bit.ly/2JYrOn7>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

MOURA, J. et al. *Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 34, n. 2, p. 167-174, dez. 2013.

NETO, M. F.; AGUM, F. S.; NETO, M. M. F. Construção de um modelo tátil como ferramenta de ensino-aprendizagem das Leis de Mendel. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 4., 2017, João Pessoa. *Anais... João Pessoa: Realize*, p. 1-6, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/33BCksa>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

NIH/CEPH. NIH/CEPH Collaborative Mapping Group. A comprehensive genetic linkage map of the human genome. *Science*, v. 258, n. 5079, p.67-86, out. 1992.

PIERCE, B. A. *Genetics: a conceptual approach*. New York: W. H. Freeman and Co. 5. ed. 2014. 963 p.

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S. Uso de modelos didáticos no ensino de genética: estratégias metodológicas para o aprendizado. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 8, n. 2, p. 107-124, 2018.

SANTANA, E.; SOUZA, C. R. T.; SAMPAIO, S. F. Impactos do uso de experimentos de baixo custo no ensino de genética em colégios de ensino médio. *Revista Ciências & Ideias*, Nilópolis, v. 8, n. 2, p. 42-56, mai./ago. 2017.

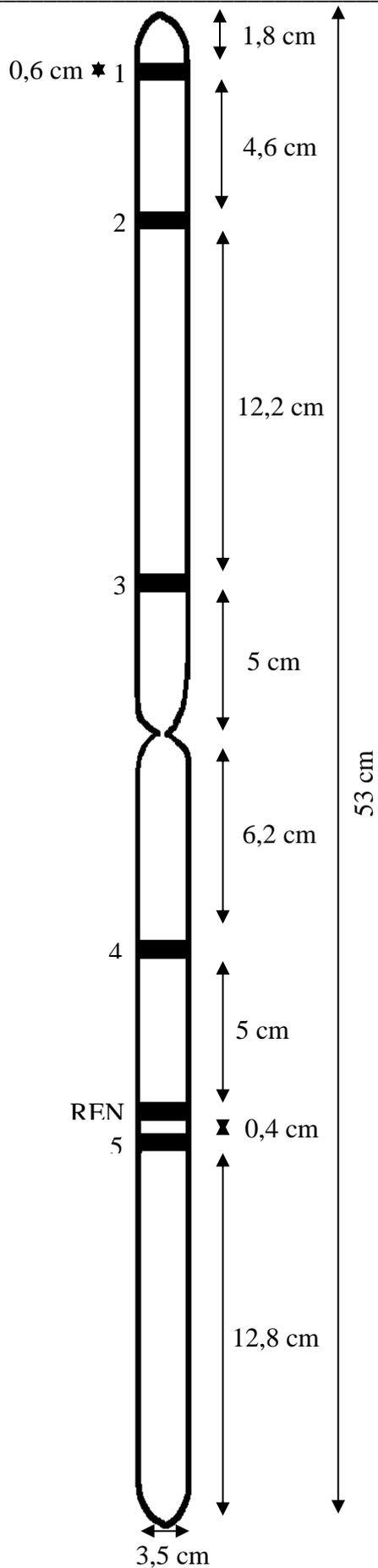
SILVA, G. C. L.; NASCIMENTO, D. Q.; LOPES, S. S. S. Diagnóstico das principais dificuldades do ensino de genética nos cursos da área de saúde da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). *In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE*, 20., 2014, Campina Grande. *Anais... Campina Grande: BIOFARM*, p. 4, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/33FFCdP>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

STURTEVANT, A. H. The linear arrangement of six sex-linked factors in *Drosophila*, as shown by their mode of association. *Journal of Experimental Zoology*, v. 14, n. 1, p. 43-59, jan. 1913.

VIEIRA, V. Construindo saberes: aulas que associam conteúdos de genética à estratégias de ensino-aprendizagem. *Revista Práxis*, ano 2, n. 3, p. 59-63, 2010.

APÊNDICES

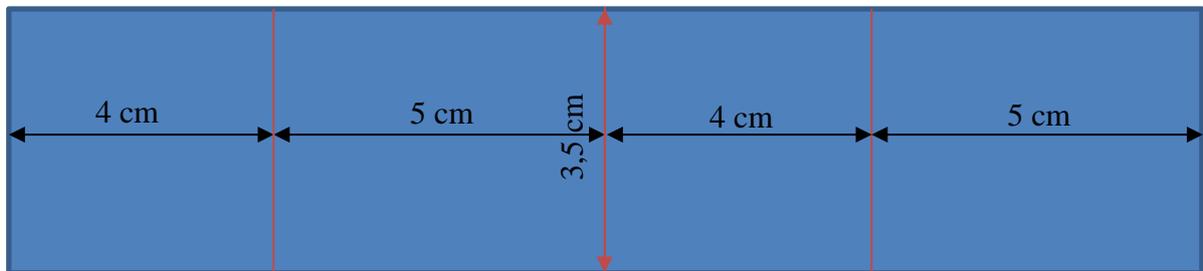
APÊNDICE 1



## APÊNDICE 2

Em vermelho está o local da dobra no momento da construção do modelo. Indica-se usar fita adesiva para a construção das fábricas e sua fixação no suporte de papelão.

Paredes das fábricas ( $4\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 3,5\text{ cm}$ ).



Telhado das fábricas ( $4,2\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ ).

