

## Genética além do comum: desvendando os cromossomos B

Vitor Italiano Vidal<sup>1\*</sup>

José Henrique Forte Stornioli<sup>2</sup>

Rodrigo Zeni dos Santos<sup>1</sup>

Fábio Porto-Foresti<sup>1,3</sup>

Ricardo Utsunomia<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Biociências (Interunidades) da Faculdade de Ciências e Letras, Câmpus de Assis e da Faculdade de Ciências, Câmpus de Bauru – UNESP.

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – UFRRJ.

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Câmpus de Bauru – UNESP.

\*vitor.vidal@unesp.br



ISSN 2237-8766

E-MAIL:  
APRENDENDO.CIENCIA@HOTMAIL.COM

### Palavras-chave:

Biodiversidade

Citogenética

Cromossomos

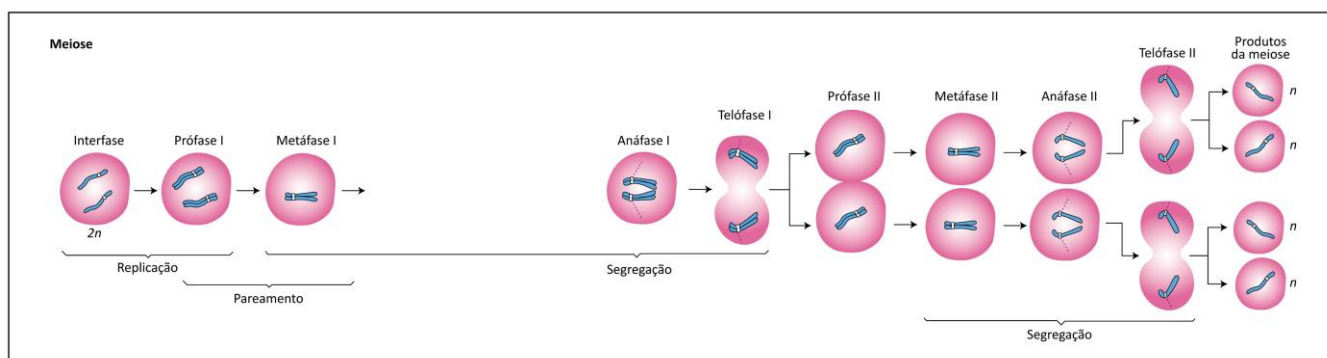
Hereditariedade

No cotidiano, frequentemente ouvimos expressões como "filho de peixe, peixinho é" ou "o fruto não cai longe da árvore". Essas frases refletem as comuns semelhanças entre pais e filhos, seja entre seres humanos, cães e seus filhotes, ou plantas mães e filhas. Ao longo da história, essas semelhanças vêm sendo explicadas por meio do avanço dos estudos genéticos. Gregor Mendel, um monge austríaco, foi um dos pioneiros nessa área, dedicando-se a compreender as leis que regem a herança de características por meio da **hibridação** entre variedades de ervilhas. Mendel elucidou as proporções de herança ao observar os cruzamentos entre variedades e formular entidades hipotéticas, que chamou de fatores herdáveis, para explicar o que observava. No entanto, naquela época, ele não tinha conhecimento específico sobre o que eram esses fatores ou onde estavam localizados. Hoje, sabemos que esses fatores herdáveis são os **genes**, e estão localizados nos **cromossomos**, no interior dos núcleos celulares.

Os cromossomos são como veículos que facilitam a transmissão organizada dos genes durante a divisão celular. Na maioria dos seres vivos, eles se encontram duplicados na célula, apresentando duas cópias do conteúdo genético, caracterizando um organismo diploide. Durante a meiose, um processo de divisão celular

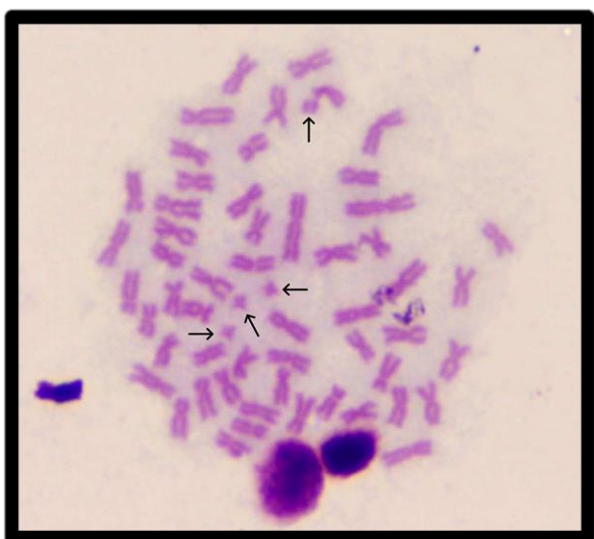
que ocorre em organismos diploides e leva à formação de células haploides (Figura 1), as características parentais são transmitidas de geração para geração. Em seres humanos, esse processo gera espermatozoides (nos homens) e óvulos (nas mulheres), cuja combinação de materiais genéticos resulta no desenvolvimento de uma nova vida.

Apesar de a meiose ser um mecanismo de divisão celular estável, existem elementos que desafiam esse processo e são transmitidos para às próximas gerações de forma não convencional. Os cromossomos B são exemplos desses elementos. Eles são cromossomos adicionais ao conjunto normal, denominados cromossomos A (Figura 2). E,

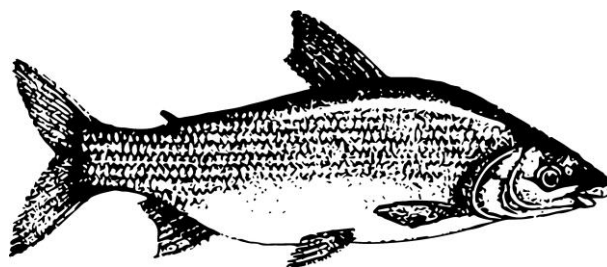


**Figura 1.** Representação simplificada da meiose, a partir de uma célula diploide ou  $2n$ , que se inicia com a interfase, onde ocorre a replicação do DNA, formando cromossomos duplicados compostos por duas **cromátides-irmãs**. Na prófase I, os cromossomos homólogos se emparelham e ocorre o *crossing-over*, promovendo a recombinação genética. Na metáfase I, os pares de homólogos se alinham no centro da célula. Na anáfase I, os cromossomos homólogos são separados e puxados para os polos opostos, ocorrendo a primeira segregação. A telófase I marca o fim da primeira divisão, resultando em duas células com metade do número de cromossomos, mas ainda com cromátides duplicadas. Essas células entram diretamente na meiose II, sem uma nova replicação. Na prófase II, os cromossomos se condensam novamente. Durante a metáfase II, eles se alinham no centro da célula, agora individualmente. Na anáfase II, as cromátides-irmãs são separadas e migradas aos polos. Por fim, a telófase II resulta na formação de quatro células haploides ou células  $n$ , cada uma com um conjunto simples de cromossomos. **Fonte:** elaborado por Vitor Italiano Vidal.

até então, pouco se sabe sobre sua função ou se oferecem algum benefício ao portador. Um exemplo de espécie que pode apresentar esse tipo de cromossomo é o peixe Curimbatá (Figuras 2 e 3). Descobertos em 1906, por Wilson, em insetos hemípteros, os cromossomos B têm sido observados em diversas espécies de animais, plantas e fungos, mas ainda apresentam mistérios evolutivos desde sua descoberta.



**Figura 2.** Cromossomos do conjunto normal (cromossomos A) e cromossomos B no interior de um núcleo celular do peixe Curimbatá (*Prochilodus lineatus*). Os cromossomos B são os de menor tamanho indicados pelas setas e os do conjunto normal são os de maior tamanho e quantidade.  
**Fonte:** foto de Vitor Italiano Vidal.



**Figura 3.** Imagem ilustrativa do Curimbatá (*Prochilodus lineatus*), espécie de peixe que apresenta cromossomos B em suas células.  
**Fonte:** elaborado por Vitor Italiano Vidal.

Recentemente, avanços tecnológicos em sequenciamento e análise do **genoma** permitiram um melhor entendimento da biologia dos cromossomos B. Eles não participam da meiose da mesma forma que os cromossomos padrão, o que os leva a um caminho evolutivo distinto. Um dos melhores modelos para descrever sua origem é o cromossomo B do centeio, que é rico em fragmentos de genes derivados de vários fragmentos de cromossomos A. Embora não sejam essenciais, alguns efeitos nos indivíduos têm sido associados à presença dos cromossomos B.

Um trabalho de Yinong Han e seus colaboradores, em 2001, levou à descoberta de três genes que ajudam o fungo *Nectria haematococca* a causar doenças em plantas de ervilha. Esses genes fazem parte de um

grupo chamado PEP, que fica em um cromossomo B que nem todos os fungos da espécie possuem. Um desses genes, chamado PDA1, já é bem conhecido: ele ajuda o fungo a resistir a uma substância antibiótica que a planta de ervilha produz naturalmente para se defender, chamada pisatina.

Os estudos sobre os cromossomos B representam uma área fascinante da genética, complementando o entendimento de mecanismos celulares importantes, como a meiose, e esclarecendo lacunas sobre a ecologia e a vida de algumas espécies. Esses estudos desafiam as ideias tradicionais sobre herança genética e destacam a complexidade dos sistemas biológicos.

## GLOSSÁRIO

**Cromátides irmãs** – duas cópias idênticas de um cromossomo, formadas durante a replicação do DNA.

**Cromossomos** – estruturas formadas por uma molécula de DNA associada a moléculas proteicas.

**Genes** – regiões do DNA que contêm as instruções que codificam a formação de proteínas, que determinam as características de cada indivíduo.

**Genoma** – todo o conteúdo genético contido no indivíduo, todas as porções de DNA, bem como as informações presentes nele.

**Hibridação** – cruzamento entre seres vivos de espécies ou variedades diferentes, porém próximos geneticamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacho, J.P.M. 2005. B chromosomes. In: Gregory, T.R. (Ed.). **The evolution of the genome**. London: Elsevier Academic Press, p. 223-286. DOI:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-301463-4.X5000-1>

Han, Y.; Liu, X.; Benny, U.; Kistler, H.C.; VanEtten, H.D. 2001. Genes determining pathogenicity to pea are clustered on a supernumerary chromosome in the fungal plant pathogen *Nectria haematococca*. **The Plant Journal**, 25: 305-314. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.2001.00969.x>

Houben, A. 2017. B chromosomes—a matter of chromosome drive. **Frontiers in Plant Science**, 8: 210. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00210>

Houben, A.; Banaei-Moghaddam, A.M.;  
Klemme, S.; Timmis, J.N. 2014. Evolution and  
biology of supernumerary B chromosomes.  
**Cellular and Molecular Life Sciences**, 71:  
467-478. DOI:

[https://doi.org/10.1007/s00018-013-1437-](https://doi.org/10.1007/s00018-013-1437-7)

7