



Curso Superior de Licenciatura em Biologia

THAÍS GOMES DE OLIVEIRA

FACILITANDO O APRENDIZADO DE GENÉTICA: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos

Planaltina - DF
2021

THAÍS GOMES DE OLIVEIRA

FACILITANDO O APRENDIZADO DE GENÉTICA: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia do *campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão

Planaltina - DF
2021



Curso Superior de Licenciatura em Biologia

THAÍS GOMES DE OLIVEIRA

FACILITANDO O APRENDIZADO DE GENÉTICA: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia do *campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão

Aprovado em: 05 de agosto de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão – Orientadora

Prof^a. MSc. Ingrid de Souza Freire – Examinadora

Prof^a. Dr^a. Stella Miranda Malcher – Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem Ele eu jamais conseguiria concluir essa etapa importante em minha vida.

À minha família, meu pai, minha mãe e minha irmã por serem minha base, terem me dado todo o suporte e muitos conselhos para chegar até aqui.

Ao meu noivo Marcos por ser sempre amoroso, paciente comigo e constantemente me motivar a persistir.

Às minhas amigas queridas Anny e Raquel pelo apoio e palavras motivacionais que me ajudaram a manter o foco em tempos de dificuldade.

A todos os meus professores que contribuíram para minha formação docente.

Muito obrigada!

Thaís Gomes de Oliveira

RESUMO

A Citogenética é a ciência que estuda os cromossomos e sua base provém da fusão entre a Citologia e a Genética. Um dos ramos da Citogenética envolve a pesquisa sobre os rearranjos estruturais cromossômicos. A Citogenética proporciona conectar conteúdo; isso torna seu aprendizado mais flexível e passível de contextualizações que otimizam a compreensão dos estudantes. Construir esse conhecimento muitas vezes é um desafio ao lecionar, haja vista que a melhor visualização dos rearranjos estruturais cromossômicos seria com a utilização de ferramentas Citogenéticas de bandeamentos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi facilitar o aprendizado sobre os rearranjos estruturais cromossômicos e suas consequências através de um modelo didático contextualizado como as tirinhas. A pesquisa teve caráter quantitativo, onde foram aplicados questionários online através da plataforma do Google Formulários. Participaram deste estudo 16 estudantes. Os dados quantitativos absolutos e relativos foram coletados e descritos em gráficos. Os gráficos e tabelas foram construídos utilizando o software Excel. Como resultado, foram desenvolvidas três tirinhas contextualizadas, envolvendo os rearranjos dos tipos inversões paracêntrica, pericêntrica e a translocação recíproca. Verificou-se também que o material didático contextualizado demonstrou ser eficaz na compreensão dos rearranjos estruturais cromossômicos em comparação com as imagens apresentadas em livros. Além disso, as histórias em quadrinhos foram bem avaliadas quanto ao potencial de ferramenta de trabalho para uso em sala de aula na disciplina de Genética. Desse modo, o aprimoramento de materiais didáticos para melhorar a aprendizagem dos alunos no componente curricular Genética é de muita valia.

Palavras-chave: Citogenética; Histórias em quadrinhos; Visualização; Compreensão.

ABSTRACT

Cytogenetics is the science that studies chromosomes and this basis comes from the fusion between Cytology and Genetics. Cytogenetics provides the connection between genetics contents with species preservation, cytotaxonomy, population peculiarities; this makes your learning more flexible and subject to contextualization that optimize students' understanding. Building this knowledge is often a challenge when teaching, given that the best visualization of rearrangements to make available chromosomes would be with the use of Cytogenetic banding tools. The objective of this work was to facilitate the learning about the chromosomal structural rearrangements and their consequences through a contextualized didactic model that are the strips. The research is quantitative in nature, online questionnaires were applied through the Google Forms platform. Sixteen students participated in this study. Absolute and relative quantitative data were collected, described in graphs. The graphs and tables were constructed using the Excel software. As a result, three contextualized strips were developed, involving rearrangements of paracentric, pericentric and reciprocal translocation types. It was also found that the contextualized teaching material proved to be effective in understanding the chromosomal structural rearrangements compared to the images presented in books. In addition, the comic books were well evaluated for their potential as a working tool for use in the classroom in the Genetics discipline. Thus, the improvement of teaching materials to improve student learning in the Genetics curriculum component is of great value.

Keywords: Cytogenetics; Strips; Visualization; Understanding.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tirinha com representação de inversão paracêntrica	10
Figura 2: Tirinha com representação de inversão pericêntrica	11
Figura 3: Tirinha com representação de translocação recíproca	12
Figura 4: Representação de inversões pericêntricas, paracêntricas e translocação recíproca	13
Figura 5: Visualização dos rearranjos estruturais cromossômicos através das imagens dos livros	15
Figura 6: Compreensão dos rearranjos estruturais cromossômicos através das tirinhas contextualizadas	16
Figura 7: Correlação de imagens dos livros para o tipo de segregação	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação de alternativas por tipo de rearranjos estruturais cromossômicos	18
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1 - Público-alvo	6
2.2 - Avaliação das imagens de livros de Genética para o ensino superior	6
2.3 - Desenvolvimento de material didático online contextualizado	7
2.4 - Aplicação dos modelos didáticos e dos Questionários I e II	7
2.5 - Análise e compilação dos dados coletados	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
3.1 - Tirinhas contextualizadas	8
3.2 - Visualização e compreensão entre imagens de livros e imagens contextualizadas	13
3.3 – Uso das histórias em quadrinho como ferramenta de trabalho	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
5. REFERÊNCIAS	20
6. APÊNDICE A	23
Questionário I online enviado aos docentes	23
7. APÊNDICE B	26
Questionário II online enviado aos docentes	26

1. INTRODUÇÃO

A Citogenética é a ciência que estuda os cromossomos e sua base provém da fusão entre Citologia e Genética. Segundo Guerra (1988), a Citogenética é a área da Genética que busca conhecer os cromossomos, seus tipos, morfologia, função, número, organização, replicação, modificações e sua evolução. Em conformidade com Snustad e Simmons (2013, p. 20) “Cada cromossomo é constituído de uma molécula bifilamentar de DNA e de uma variedade de proteínas; o RNA também pode estar associado aos cromossomos”.

O estudo da Citogenética é pertinente para aprimorar os conhecimentos a respeito da evolução. “O processo de evolução orgânica não pode ser compreendido sem invocar vários fenômenos genéticos, tais como mutação, padrões de reprodução e a tradução da informação genética na forma e funcionamento de um indivíduo.” (GRIFFITHS, 2008, p.4).

A evolução das espécies também pode ser pesquisada a nível cromossômico a partir do estudo das mutações cromossômicas. De acordo com Judd et al. (2009), a alteração genética e a recombinação dos genes são a base para que se estabeleça o processo evolutivo das espécies e são passíveis de serem as principais causas de variabilidade nas populações.

Um dos ramos da Citogenética envolve a pesquisa sobre os rearranjos estruturais cromossômicos que também podem ser denominados de variações cromossômicas. De acordo com Guerra (1988) essas variações incluem deleções, duplicações, inversões, transposições, translocações e isocromossomos.

Em concordância com Snustad e Simmons (2013, p. 125) “A inversão ocorre quando um segmento do cromossomo se desprende, gira, cerca de 180° e se fixa novamente ao restante do cromossomo”. Conforme Guerra (1988, p.114), “A translocação é a transferência de um segmento de um cromossomo para outro não-homólogo”.

Para Griffiths et al. (2008, p. 495), “As inversões são de dois tipos básicos. Se o centrômero fica fora da inversão, ela é dita paracêntrica. As inversões que envolvem o centrômero são pericêntricas”. Dentre os diversos tipos de rearranjos existentes, esses apresentam maior grau de complexidade para compreensão e visualização a partir de imagens com dimensões de apenas altura e largura. Ainda segundo Griffiths et al. (2008, p. 499) “Para formar uma translocação recíproca, dois cromossomos trocam fragmentos acêntricos criados por duas quebras cromossômicas simultâneas”.

Por ser uma área interdisciplinar, a Citogenética proporciona conectar conteúdo da Genética com a preservação de espécies, a citotaxonomia, as peculiaridades populacionais; isso torna seu aprendizado mais flexível e passível de contextualizações que otimizam a compreensão dos estudantes (VERONA; SILVA, 2015). Entretanto, é importante aprimorar as técnicas para o ensino de Genética em sala de aula (GIACÓIA, 2006). O aprimoramento corrobora para a solidificação do aprendizado, a entender o significado prático de conceitos que se expõem, como por exemplo, o que são os rearranjos estruturais cromossômicos.

Construir esse conhecimento muitas vezes é um desafio ao lecionar, haja vista que a melhor visualização dos rearranjos estruturais cromossômicos seria com a utilização de uma ferramenta que melhor expusessem os seus detalhes, as suas etapas de origem e consequências durante a meiose. Realidade que nem sempre condiz com as salas de aula, mesmo que seja no ensino superior. De acordo com Justina e Ferla (2006) os docentes requerem um invento didático facilitador do ensino e aprendizagem. A visualização e compreensão deste conteúdo complexo através de um material didático que disponha além de imagens, de uma contextualização é de muita valia para uma boa construção de saber em Citogenética, pois além de ampliar o aprendizado desse conteúdo base para outros ramos científicos dentro da Genética pelos estudantes, ela também corrobora para que o docente consiga assimilar melhor um processo microscópico. Compreender de que modo as distinções no tamanho dos cromossomos e perdas de genes levam a variabilidade Genética, por exemplo, quando o material genético passa por modificações ligadas aos rearranjos estruturais.

Para Wong (2010, p.237) uma imagem com duas dimensões “possui aspectos de organização visual limitando o objeto numa área específica sem profundidade, onde podem ser arrumadas marcas visíveis”. Por isso, neste trabalho o modelo didático conta com representações feitas à mão livre.

Por apresentar bons resultados como material pedagógico, as histórias em quadrinho passaram de breves inclusões em livros para um recurso frequentemente utilizado para enriquecer a comunicação atrelando linguagem verbal e não verbal (VERGUEIRO, 2004). Segundo Ferreira (2010), histórias em quadrinhos (HQs) são formadas por uma ordem de desenhos limitados por bordas regulares ou não, com ou sem legendas que expõem uma história. Outra forma de referir-se às HQs é pelo termo tira ou tirinha, caracterizado por uma fração de uma história em quadrinhos com três ou quatro quadrinhos atrelando o texto verbal e não verbal a mesma proposição (COSTA, 2008).

O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) de Licenciatura em Biologia do *campus* Planaltina prevê nas bases tecnológicas da disciplina de Genética, que a variação estrutural

cromossômica seja abordada no quinto semestre de curso. É perceptível que o aluno ao ler o texto sobre os rearranjos estruturais cromossômicos e tentar entendê-los observando as imagens há uma dificuldade na compreensão e na assimilação dos textos verbais com os não verbais.

Desse modo, foram desenvolvidas tirinhas contextualizadas sobre os rearranjos estruturais a partir de informações de livros do ensino superior e apresentadas aos discentes do curso de licenciatura em Biologia do IFB *campus* Planaltina com o objetivo de facilitar o aprendizado desse conteúdo com melhora na compreensão e visualização dos processos, bem como possa servir de exemplo para os futuros docentes de Biologia usarem em suas salas de aula.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Público-alvo

O grupo amostral mínimo, composto por 16 estudantes, para essa pesquisa foi formado pelos discentes do curso de Licenciatura em Biologia, do Instituto Federal de Brasília- *campus* Planaltina que no segundo semestre do ano letivo de 2020 estiveram matriculados e cursando a disciplina de Genética de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso. Segundo o Plano Pedagógico de Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Brasília - *campus* Planaltina uma das bases tecnológicas da disciplina de Genética é a variação estrutural e numérica de cromossomos, e uma das habilidades é compreender a natureza das mutações gênicas e das aberrações cromossômicas.

2.2 - Avaliação das imagens de livros de Genética para o ensino superior

Inicialmente, foi feita uma avaliação das imagens de rearranjos estruturais cromossômicos presentes nos livros de Genética para o ensino superior. Os exemplares utilizados foram Introdução à Genética de Griffiths, et al. (2008) e Fundamentos de Genética dos Snustad e Simmons (2013). Os capítulos utilizados foram o 16 – Alterações Cromossômicas em Larga Escala, do Griffiths, et al. (2008); e o capítulo 6 – Variação no número e na Estrutura dos Cromossomos, do Snustad e Simmons (2013).

Esse levantamento permitiu a compilação das figuras e a preparação de uma apresentação de slides contendo as imagens com dimensões de altura e largura de todos os rearranjos estruturais cromossômicos encontrados nos livros Introdução à Genética de Griffiths, et al. (2008) e Fundamentos de Genética dos Snustad e Simmons (2013), juntamente com seus conceitos. Essa apresentação foi demonstrada aos alunos antes da exposição das histórias em

quadrinhos com desenhos representativos de cromossomos. Essa etapa permitiu que os alunos pudessem fazer uma comparação entre as imagens corriqueiramente apresentadas na disciplina e o material didático construído.

2.3 - Desenvolvimento de material didático online contextualizado

Os rearranjos escolhidos para a construção do material didático neste trabalho foram as inversões paracêntrica, pericêntrica e a translocação recíproca. As configurações meióticas no pareamento são complexas e dificultam o aprendizado de como ocorre a formação dos gametas quando um desses rearranjos acontece e quais as consequências dos efeitos desses rearranjos.

O material didático consistiu em três histórias em quadrinhos com desenhos representativos de cromossomos. As falas narrativas e o aspecto visual das tirinhas foram elaborados pela autora. A parte técnica de criação foi feita por uma desenhista. As tirinhas foram feitas à mão livre em folhas de papel aquarela de tamanho A4 com lápis de cor comum, lápis supersoft, lápis de efeito metálico, aquarela pastilha, caneta nanquim e grafite. Após, foram escaneadas, salvas no formato PDF, disponibilizadas de forma online para os estudantes em uma aula síncrona via Google Meet, e também na plataforma Moodle, juntamente com as orientações, para os alunos que não puderam acompanhar a apresentação no dia e horário do encontro síncrono. É importante ressaltar que durante a pandemia de COVID-19, o IFB atua com o Ensino Remoto e as frequências nas aulas são contadas a partir das atividades entregues e não pela presença durante os encontros síncronos. O IFB adotou essa metodologia por saber que muitos dos seus alunos possuem dificuldades de acesso à internet.

2.4 - Aplicação dos modelos didáticos e dos Questionários I e II

A aplicação foi feita em um único dia, no dia 2 de março de 2021 via Google Meet, pois devido a pandemia de Covid-19 as aulas ocorreram de forma remota. Neste dia, inicialmente as imagens dos livros didáticos de Genética foram exibidas durante a aula sobre os rearranjos estruturais cromossômicos. Ao longo da apresentação foram feitas as devidas explicações teóricas sobre os mesmos, no intuito de fazer com que esse primeiro momento fosse o mais próximo das aulas cotidianas da disciplina de Genética e com os recursos disponíveis os quais os estudantes normalmente têm acesso. Em seguida, foi feita a aplicação do Questionário I (apêndice 1) com perguntas sobre as imagens de livros para avaliar a compreensão e visualização de como os rearranjos estruturais cromossômicos dos tipos inversão paracêntrica, inversão pericêntrica e translocação recíproca acontecem. Posteriormente, a história em

quadrinhos foi apresentada e deixada em avaliação por um tempo aos alunos. Era necessário que eles lessem, avaliassem e compreendessem o que as tirinhas estavam apresentando. Logo após, o Questionário II (apêndice 2) foi aplicado, para verificar o aprendizado com o uso dos quadrinhos. Os questionários foram disponibilizados para os discentes de forma online através da plataforma do Google Formulários. Os questionários quantitativos foram escolhidos porque sua natureza os confere resultados mais seguros e exatos (GIL, 1999; CERVO; BERVIAN, 2002). Ao aceitarem participar do estudo, os alunos assinaram e concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido, TCLE (apêndices A e B).

2.5 - Análise e compilação dos dados coletados

Essa pesquisa apresenta natureza do tipo trabalho científico original. Os objetivos são de cunho descritivo com o intuito de analisar e comparar os dados através de questionários, com alternativas de múltipla escolha para as questões fechadas e gráficos. Esse tipo de possibilidade nas alternativas atribui velocidade no preenchimento, simplificam a tabulação e análise de dados (MATTAR, 1996). Quanto aos procedimentos e abordagem trata-se de uma pesquisa de campo do tipo quantitativa (LAKATOS, 2001).

Os dados quantitativos absolutos (em números) e relativos (em porcentagem) foram coletados e descritos em gráficos e tabelas. Os gráficos e tabelas foram construídos utilizando o software GraphPad PRISM 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

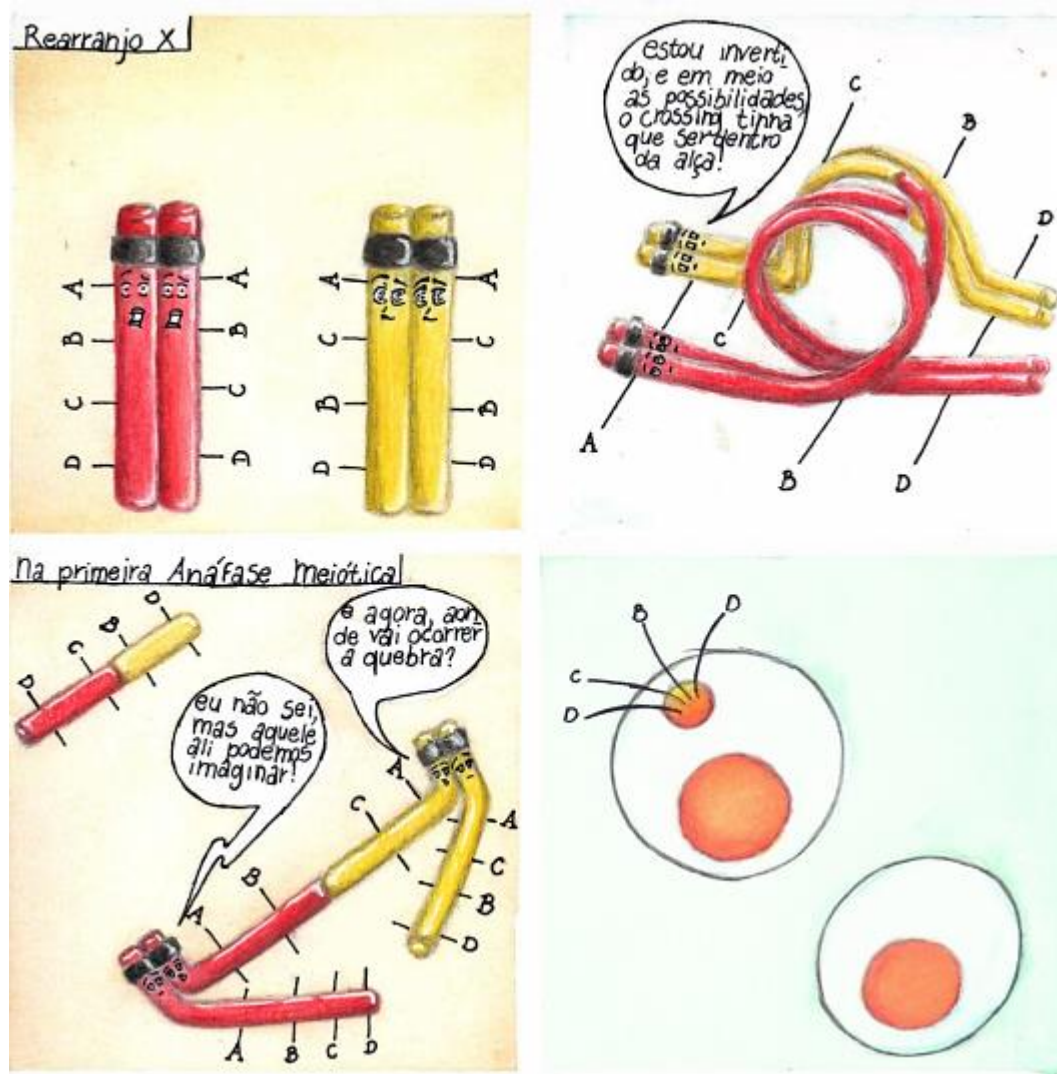
Foram obtidas 16 respostas para cada uma das 10 perguntas. As indagações foram divididas em dois questionários online via plataforma Google formulários. Essa ferramenta tem se popularizado como recurso de pesquisas via internet por simplificar seu acompanhamento conforme os dados são preenchidos pelos entrevistados (ALVARENGA et al., 2020). No semestre de aplicação, apenas 16 alunos com idade média de 26 anos estavam cursando a disciplina de Genética. A baixa de matriculados pode estar ligada a questões da pandemia de Covid-19. Geralmente, as turmas para essa disciplina são compostas por cerca de 30 alunos.

3.1 - Tirinhas contextualizadas

Nas figuras 1, 2 e 3 estão representadas as 3 tirinhas em contexto desenvolvidas aqui neste trabalho. As denominações de X, Y e Z foram necessárias para que ao observar a tirinha, o próprio aluno pudesse chegar ao tipo de rearranjo por sua capacidade interpretativa da imagem. Na figura 1 há a representação do rearranjo do tipo inversão paracêntrica, denominado

de rearranjo X. No primeiro quadrinho da figura 1, um par de cromossomos homólogos duplicados está representado, um deles (cor amarela) apresenta uma inversão paracêntrica; no segundo quadrinho há a representação do pareamento na meiose com um crossing-over ocorrendo dentro da alça; no terceiro quadrinho, há a representação da separação dos homólogos para os pólos opostos, as expressões e comentários dos cromossomos demonstram preocupação; no último quadrinho há a representação do resultado final da meiose I, como o fragmento D, B, C, D é acêntrico, ele provavelmente será perdido do núcleo central, transformando-se em um micronúcleo.

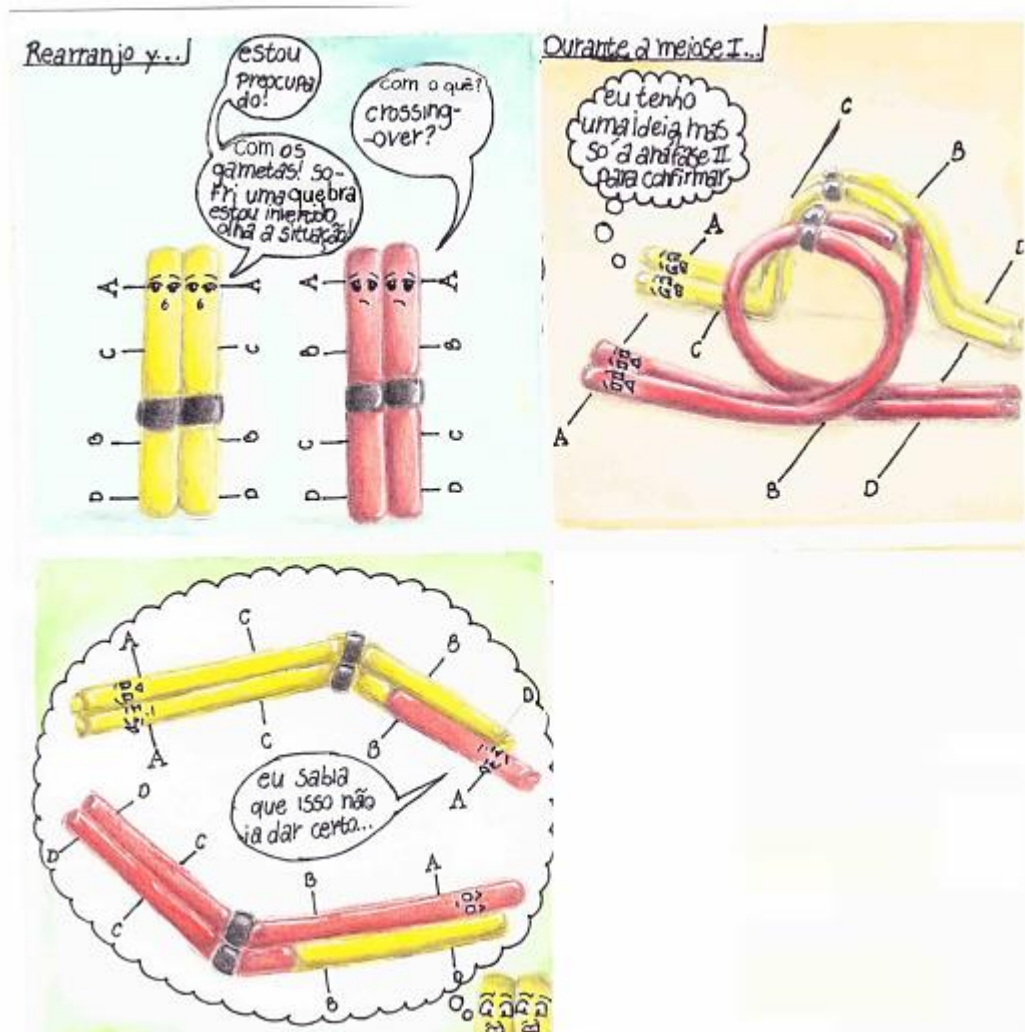
Figura 1 - Tirinha com representação de inversão paracêntrica



Fonte: Elaborada pela autora. Desenho técnico: Natalia Saraim de Souza Silva.

Na figura 2 há a representação do rearranjo do tipo inversão pericêntrica, denominado de rearranjo Y. No primeiro quadrinho da figura 2 um par de cromossomos homólogos duplicados está representado, um deles (cor amarela) apresenta uma inversão pericêntrica; no segundo quadrinho há a representação do pareamento da meiose I com um crossing-over ocorrendo dentro da alça, as expressões e a fala expressam ansiedade pela anáfase II, fase em que já seria possível saber como seriam os gametas; no último quadrinho há a representação dos homólogos no final da meiose I apresentando perdas e duplicações dos fragmentos A e D.

Figura 2 - Tirinha com representação de inversão pericêntrica

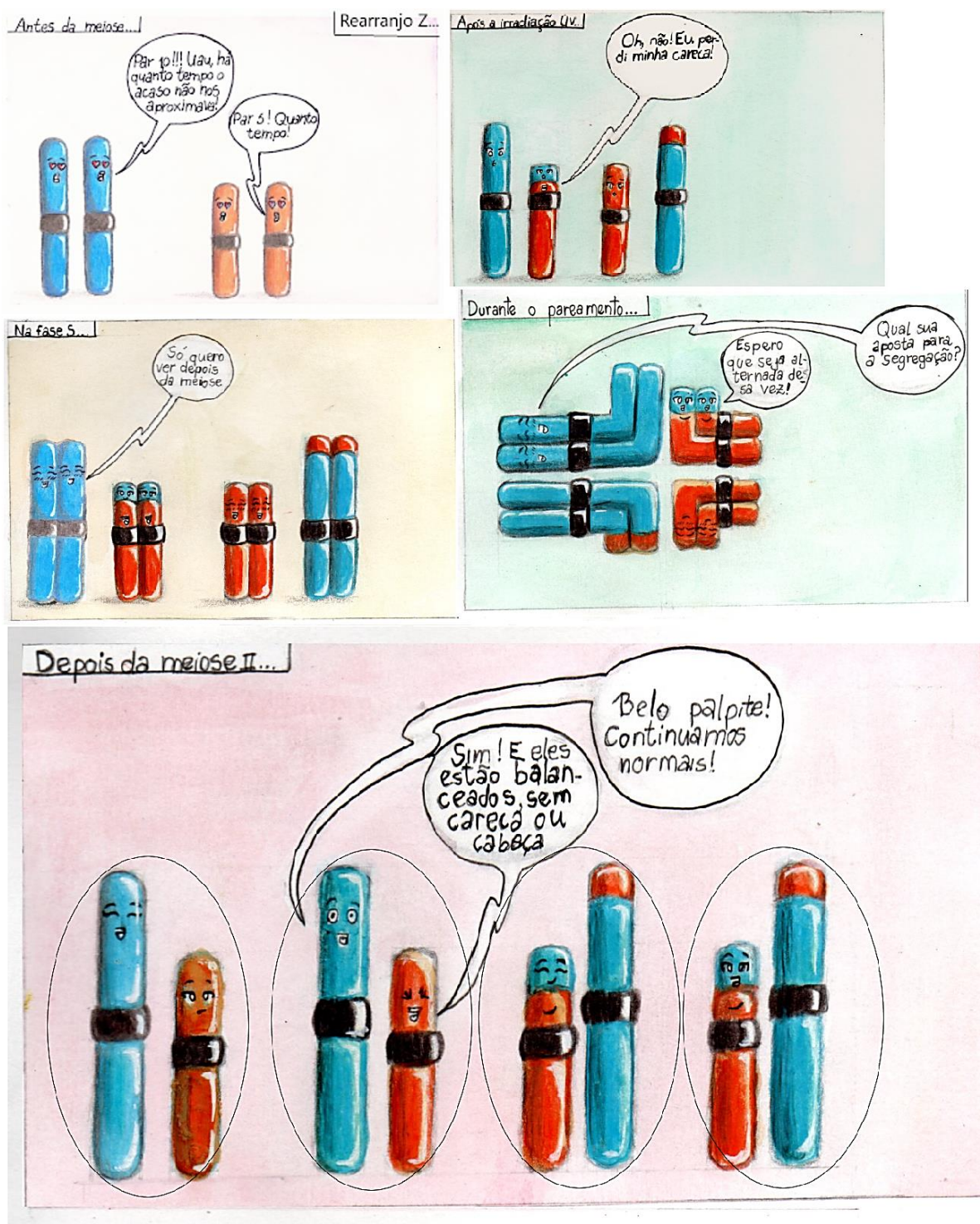


Fonte: Elaborada pela autora. Desenho técnico: Natalia Saraim de Souza Silva.

Na figura 3 há representação do rearranjo classificado como translocação recíproca, denominado de rearranjo Z. No primeiro quadrinho da figura 3 um par de cromossomos não homólogos está representado; no segundo quadrinho, o mesmo par de cromossomos não homólogos trocou fragmentos de genes entre si após a exposição à radiação UV e assim, representam uma translocação recíproca; no terceiro quadrinho há a representação dos cromossomos não homólogos duplicados na fase S, a fala de um deles (cor azul) indica que o processo de divisão celular não teve início até o momento; no quarto quadrinho há representação do pareamento durante a prófase I, as expressões indicam curiosidade e as falas apontam para as possibilidades distintas passíveis de ocorrer na segregação gênica; no último quadrinho, há a representação dos gametas ao final da meiose II, após passarem por um rearranjo cromossômico estrutural do tipo translocação recíproca, as falas apontam a

confirmação do tipo de segregação que houve, além de apresentar uma característica típica da translocação recíproca - mesmo com a troca de fragmentos, os genes continuaram balanceados, ou seja, não houve perda de material genético.

Figura 3 - Tirinha com representação de translocação recíproca



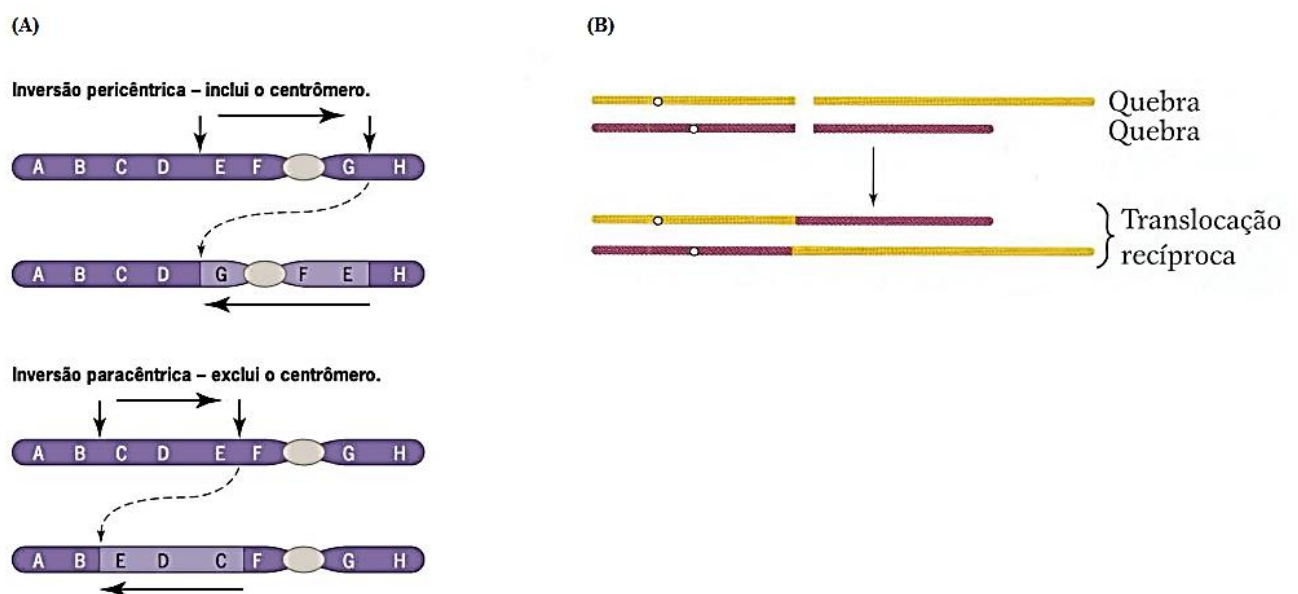
Fonte: Elaborada pela autora. Desenho técnico: Natalia Saraim de Souza Silva.

Segundo Martins (2005) as imagens são uma ferramenta valiosa para exprimir as ideias científicas. Por certo, o modelo didático composto pelas histórias em quadrinho corroboram para a soma da construção de conceitos científicos. As tirinhas desenvolvidas para este trabalho contam com alguns elementos importantes e pensados para compor este papel facilitador, por exemplo as cores distintas entre os diferentes pares de cromossomos; as características fictícias nos cromossomos como olhos e boca para estabelecer uma conexão entre o texto verbal e não verbal, e as falas narrativas que apresentam os conceitos típicos do processo biológico no qual os rearranjos estruturais cromossômicos estão ligados com uma expectativa no processo interpretativo. Por isso, esse material didático instiga o leitor a evocar a relação entre as imagens, o texto verbal e o conteúdo de Biologia para que se estabeleça a interpretação.

3.2 - Visualização e compreensão entre imagens de livros e imagens contextualizadas

A figura 4 (A) apresenta de modo representativo os cromossomos homólogos com duas tonalidades de cor roxa e letras para indicar a troca de ordem dos genes presentes em um cromossomo quando ele passa por inversões do tipo paracêntrica e pericêntrica. Já a figura 4 (B) de modo similar, representa dois cromossomos não homólogos coloridos em amarelo e rosa, que passaram por um rearranjo estrutural cromossômico do tipo translocação recíproca.

Figura 4 - Representação de inversões pericêntricas, paracêntricas e translocação recíproca



Fonte: (A) Snustad & Simmons, 2013, p.125. (B) GRIFFITHS et al., 2008, p. 491.

Aqui neste tópico, o objetivo é avaliar a compreensão dos alunos em relação às imagens de exemplares livros apresentadas durante a exposição da aula e comparar essa avaliação com as tirinhas contextualizadas. Posto isso, no Questionário I a primeira pergunta abordava “As imagens dos cromossomos utilizadas durante a aula foram de fácil compreensão?”. Já no Questionário II a primeira pergunta enunciava “A contextualização das histórias em quadrinho foi de fácil compreensão?”. Para ambas as perguntas o resultado em números absolutos e em percentual foi o mesmo, 13 assinalaram sim (81,3%) e 3 talvez (18,8%).

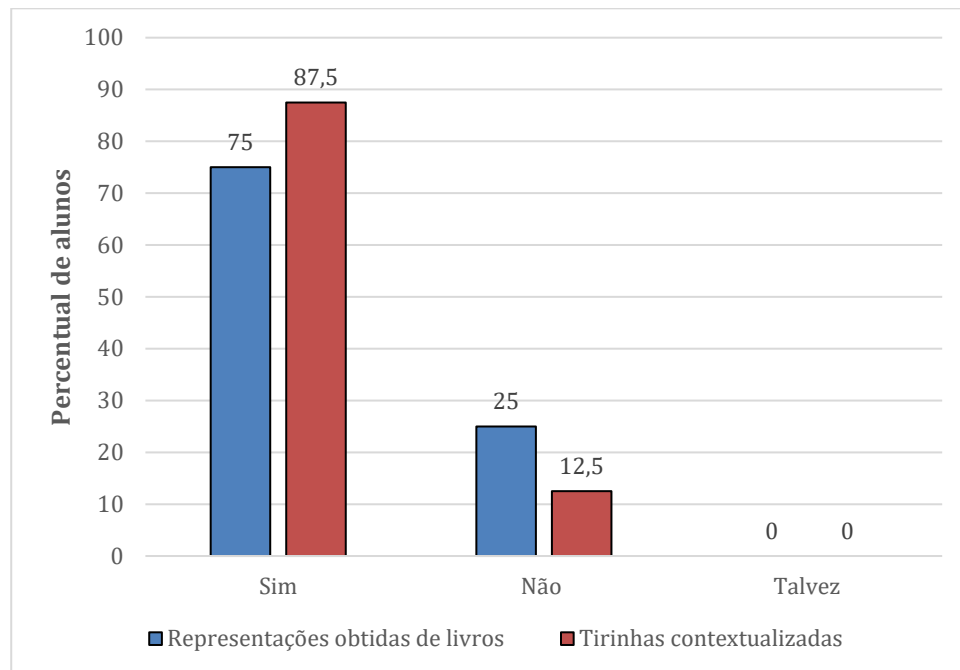
Os resultados demonstram que a maioria dos participantes conseguiu compreender as imagens obtidas dos livros didáticos e também as que compunham as tirinhas. Para Aumont (1993) as figuras são passíveis de representar e corroboram com a observação de conceitos passados pelo docente. Contudo, as imagens isoladas não determinam de fato se o aluno entendeu o conceito trabalhado (CARNEIRO, 1997).

Nas quatro perguntas seguintes o objetivo foi avaliar a visualização e compreensão dos alunos em relação às imagens dos livros e as tirinhas. Definiu-se a visualização como a ação de fazer com que algo se torne perceptível à visão humana (VISUALIZAÇÃO, 2021); e compreensão como a capacidade de entender o significado de algo, entendimento (COMPREENSÃO, 2021).

No Questionário I a segunda pergunta abordava “A visualização de como os rearranjos estruturais cromossômicos acontecem ficou clara através das imagens utilizadas na apresentação?”. Similarmente, no Questionário II a segunda questão enunciava “As representações dos cromossomos com tirinhas contextualizadas facilitaram a sua visualização de como os rearranjos estruturais cromossômicos acontecem?”. As figuras 1, 2 e 3 apresentam as tirinhas contextualizadas. Já a figura 4 apresenta as representações dos livros avaliadas no Questionário I.

A maioria (75%) dos respondentes apontaram que a visualização do processo com as representações obtidas dos livros didáticos ficou clara. Em números absolutos, 12 assinalaram que sim e 4 para não. Já para a visualização do mesmo processo, mas com as tirinhas contextualizadas, mais de 80% indicaram que as ilustrações foram evidentes. Em números absolutos, 14 assinalaram que sim e 2 para não. A figura 5 expõe o comparativo percentual entre as respostas obtidas nesses questionários.

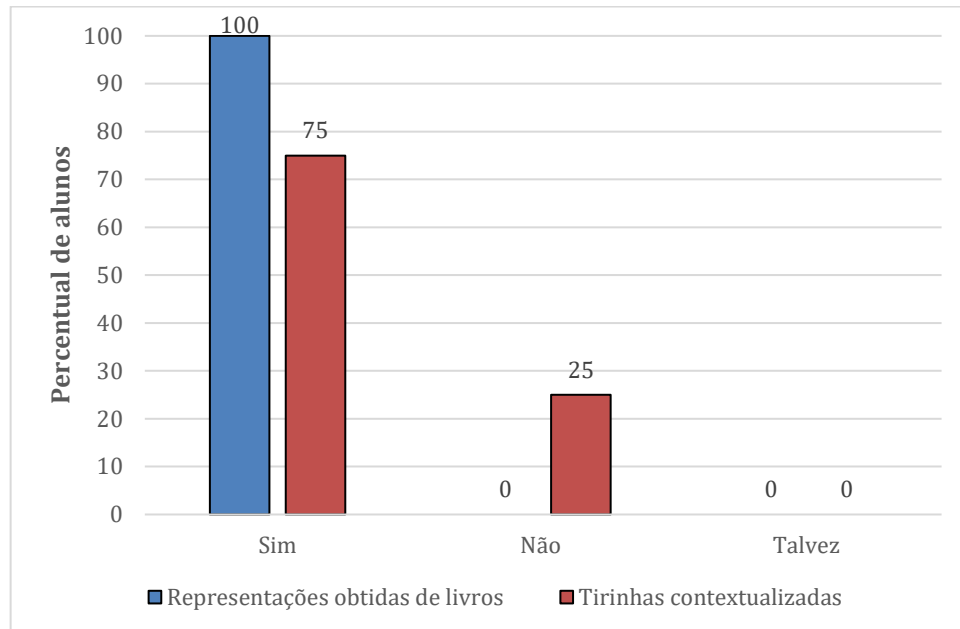
Figura 5 - Visualização dos rearranjos estruturais cromossômicos através das imagens dos livros



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A figura 6 apresenta os percentuais obtidos em relação à compreensão das consequências dos rearranjos estruturais cromossômicos através das representações obtidas de livros didáticos e em relação às representações contextualizadas. Para esse levantamento, os entrevistados responderam no Questionário I a terceira pergunta, que abordava “As consequências dos rearranjos estruturais cromossômicos ficaram claras através das imagens utilizadas na apresentação?”. Do mesmo modo, a terceira pergunta do Questionário II enunciava “As representações dos cromossomos em tirinhas contextualizadas contribuíram para a sua compreensão em relação às consequências dos rearranjos estruturais cromossômicos?”. Em números, a maioria dos respondentes (12) assinalaram que as imagens obtidas dos exemplares conseguiram atingir o objetivo. Ao passo que os demais (4) marcaram que não. Ainda em algarismos absolutos, todos os participantes (16) sinalizaram que as representações com contexto contribuíram para o saber quanto às consequências dos rearranjos apresentados.

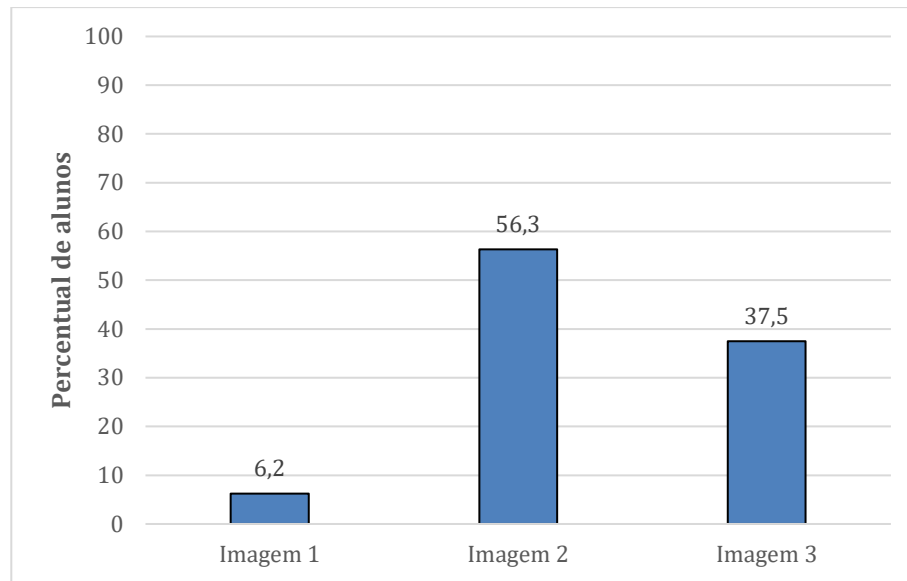
Figura 6 - Compreensão dos rearranjos estruturais cromossômicos através das tirinhas contextualizadas



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Efetivamente, as tirinhas foram melhor visualizadas e compreendidas, demonstrando ser uma ferramenta eficiente no ensino-aprendizagem desse conteúdo. Similarmente, Silva et al. (2006, p.220) afirma que “a compreensão de conceitos e fenômenos pode ser, em muitos casos, potencializada pelos aspectos atribuídos às imagens e às ideias que estas podem comunicar”. Desse modo, utilizar um recurso que facilite a construção de conceitos de uma disciplina é fundamental para que haja aprendizagem relevante (MOREIRA, 2011).

Ambos os questionários continham uma pergunta de múltipla escolha cujas alternativas eram compostas por imagens. Desse modo, a pergunta de número quatro do Questionário I discorria “A imagem abaixo representa uma fusão cêntrica entre o cromossomo 13 e o 21 na meiose I. Assinale a alternativa correta para o tipo de segregação que originará gametas normais e equilibrados”. Para a opção correta, presente na opção 2, pouco mais da metade dos acertos (56,3%) foi registrada. Em números isso representa 9 respostas devidamente corretas. Para as outras opções foram computadas 1 resposta incorreta para a imagem 1 e 6 para a imagem 3. A figura 7 demonstra em percentual esses dados.

Figura 7 - Correlação de imagens dos livros para o tipo de segregação

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Constata-se que a maioria dos discentes conseguiu assimilar o conteúdo com as figuras planas dos livros para o tipo de segregação proveniente de uma fusão cêntrica. Isso condiz com o afirmado por Martins et al. (2005) de que as imagens têm potencial nas analogias de aspecto. Entretanto, o percentual, total, de alternativas erroneamente marcadas chama a atenção e pode apontar para dificuldades na interpretação e abstração das imagens pelos estudantes, classificadas pelos autores Temp e Santos (2018) como traços de problemas na compreensão dos conteúdos de Genética.

A quarta questão do Questionário II discorria “Correlacione as tirinhas apresentadas com os seus respectivos tipos de alteração cromossômica”. As histórias em quadrinhos estavam nomeadas como rearranjo X, rearranjo Y e rearranjo Z para os três tipos de alterações cromossômicas: inversão paracêntrica (figura 1); inversão pericêntrica (figura 2) e translocação recíproca (figura 3). A tabela 1 indica os resultados em números absolutos com seus respectivos percentuais para as alternativas assinaladas de forma correta e incorreta.

Tabela 1 - Relação de alternativas por tipo de rearranjos estruturais cromossômicos

Alternativas	Rearranjo X	Rearranjo Y	Rearranjo Z
Corretas	9 (56,3%)	9 (56,3%)	14 (87,5%)
Incorretas	7 (47,3%)	7 (47,3%)	2 (12,5%)

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Os rearranjos X (figura 1) e Y (figura 2) computaram mais da metade de acertos (56,3%). Ao passo que o rearranjo Z (figura 3) computou (87,5%) de assertividade. É evidente que as tirinhas contextualizadas maximizaram a assimilação de imagem visual com o conteúdo, facilitando a visualização dos rearranjos estruturais cromossômicos e também a compreensão do assunto. Segundo Krasilchik (2008), os discentes nem sempre conseguem arquitetar a partir de figuras planas, estruturas tridimensionais que seriam mais próximas da realidade para esse processo celular. Portanto, os aspectos extras como as cores para diferenciar os cromossomos, as características fictícias - olhos e boca, e falas narrativas, que o material didático apresentou contribuíram para que houvesse comunicação entre as figuras e suas ideias conceituais (SILVA et al., 2006). Com efeito, o material didático mostra-se uma ferramenta atrativa e facilitadora para os estudantes no ensino durante as aulas (FERREIRA, 2015). Contudo, este recurso auxilia no processo de aprendizagem, atuando de forma complementar ao livro didático em sala de aula.

3.3 – Uso das histórias em quadrinho como ferramenta de trabalho

Para a questão de número cinco do Questionário II “Como futuro docente você utilizaria essas histórias em quadrinhos contextualizadas para explicar esse conteúdo de Genética aos seus alunos?”, obtiveram como respostas 93,8% para sim; 6,2% para talvez e 0% para não.

O resultado positivo para essa indagação apresenta que as histórias em quadrinhos mostraram-se uma boa ferramenta para somar na metodologia das aulas de Genética. Por ser um modelo didático, ela é um item importante para a aprendizagem e estímulo dos estudantes a buscarem novos conhecimentos (TEMP, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de um material didático exige tempo, dedicação e muitas vezes superar desafios. Fazer um levantamento de imagens nos livros, pensar na melhor forma de elaborar, desenvolver e disponibilizar um material didático em tempos difíceis da pandemia de Covid-19 foi importante para que essa ferramenta tomasse forma e chegasse aos alunos para ser avaliada. Ademais, cada etapa envolveu uma pesquisa prévia, principalmente nas que dizem respeito à busca por imagens nos livros que gerassem maior dificuldade de visualização e de compreensão pelos estudantes; e na de criação do material didático.

Embora a maioria dos participantes tenham indicado boa visualização e compreensão dos rearranjos estruturais cromossômicos através das imagens dispostas em livros didáticos, as tirinhas com representações contextualizadas para os mesmos tipos de rearranjos estruturais cromossômicos mostraram-se mais eficazes por evidenciarem a integração das imagens com o conteúdo. Além disso, as histórias em quadrinhos foram bem avaliadas quanto ao potencial de ferramenta de trabalho para uso em sala de aula na disciplina de Genética. Ademais, vale ressaltar que o material didático atua de modo a completar o conteúdo do livro didático.

Nessa perspectiva, considera-se que os resultados obtidos através desse estudo possibilitem o engajamento de novas pesquisas na área de metodologia ativa voltadas para visualização de processos complexos como os expostos aqui. E assim aprimorem materiais didáticos para melhorar a aprendizagem dos alunos no componente curricular Genética.

5. REFERÊNCIAS

AUMONT, J. **A Imagem**. Campinas: Papirus, 1993. 317p.

ALVARENGA, R. et al. Percepção da qualidade de vida de professores das redes públicas e privadas frente à pandemia do covid-19. **Revista CPAQV**, São Paulo, v. 12, n. 2, p.1-9, 26 out. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344884504_Artigo_original_percepcao_da_qualidade_de_vida_de_professores_das_redes_publicas_e_privadas_frente_a_pandemia_do_covid-19>. Acesso em: 6 fev. 2021.

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas ...** São Paulo, 1997, p. 366-373.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242p.

COMPREENSÃO. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/compreensao/>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

COSTA, S. R. **Dicionário de gêneros textuais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. 208p.

FERREIRA, A. B. H. **Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa**. 8. Ed. Curitiba: Positivo, 2010. 896p.

FERREIRA, S. F. **Desenvolvimento do jogo didático intitulado “a fantástica fábrica de proteínas”**. 2015. 33 f. Monografia (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) - Universidade Federal do Paraná, Apucarana, 2015.

GIACÓIA, L. R.D. **Conhecimento básico de Genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru / SP, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999. 208p.

GUERRA, M. **Introdução a citogenética geral**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 142p.

GRIFFITHS, A.J.F.; WESSLER, S.R.; LEWONTIN, R.C.; CARROLL, S.B. 2008. **Introdução à Genética**. 9ª Edição. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro. 716 p.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática Vegetal – um enfoque filogenético** - 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 632p.

JUSTINA L.A.D; FERLA M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Maringá: **Arq Mudi**. v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19924/10818>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008. 197p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2001. 310p.

MARTINS, I.; GOUVEA, G.; PICCININI, C. L. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996. 270p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília. **Projeto Pedagógico: Curso Superior de Licenciatura em Biologia**. Planaltina-DF, 2013. Disponível em: <[www.ifb.edu.br/attachments/article/5604/PPC%2520Licenciatura%2520em%2520Biologia%2520\(1\).pdf](http://www.ifb.edu.br/attachments/article/5604/PPC%2520Licenciatura%2520em%2520Biologia%2520(1).pdf)>. Acesso em: 12 set. 2020.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011. 248p.

Projeto pedagógico Curso Superior de Licenciatura em Biologia, Instituto Federal de Brasília campus Planaltina-DF, 2013 Disponível em: <[https://www.ifb.edu.br/attachments/article/5604/PPC%20Licenciatura%20em%20Biologia%20\(1\).pdf](https://www.ifb.edu.br/attachments/article/5604/PPC%20Licenciatura%20em%20Biologia%20(1).pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SILVA, H.C. et al. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência E Educação**. São Paulo, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SNUSTAD, P.; SIMMONS, M.J. 2013. **Fundamentos de Genética**. 6ª Edição. Editora Guanabara. Koogan S. A. Rio de Janeiro. 922 p.

TEMP, S. D. **Facilitando a Aprendizagem em Genética: Uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

TEMP, S. D., SANTOS, B. L. M. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Revista Científica Schola**, Rio Grande do Sul, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2018.

VERGUEIRO, W. Uso das HQ no ensino In: ____ (Org), Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. **Anais [...]**. São Paulo: Contexto, 2004.

VERONA, M. F.; SILVA, L. R. R. A inserção da Citogenética, com ênfase no uso de cariótipo, em livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais ...** Resumo expandido. São Paulo, 2015. p. 01-08.

VISUALIZAÇÃO. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/visualizacao/>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

WONG, W. **Princípios de Forma e Desenho** / Wucius Wong; [tradução Alvamar Helena Lamparelli]. – 2ª Ed. – São Paulo: Editora WMF. Martins Fontes, 2010. 366p.

6. APÊNDICE A

Questionário I online enviado aos docentes

Questionário I

SOBRE A AULA: "Rearranjos Estruturais Cromossômicos".

***Obrigatório**

Este questionário faz parte da pesquisa intitulada "Facilitando o aprendizado de Genética: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos" da discente de licenciatura em biologia: Thaís Gomes de Oliveira, sob supervisão da Prof^a Dr^a Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão . Nesta pesquisa, seus dados pessoais não serão revelados. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar deste trabalho, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão deste estudo e para a produção de conhecimento científico. Você aceita participar?

☐ Sim

☐ Não

Nome Completo *

Sua resposta

Semestre e ano de ingresso? *

Sua resposta

Idade *

Sua resposta

Semestre Atual *

Sua resposta

1-As imagens dos cromossomos utilizadas durante a aula foram de fácil compreensão? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

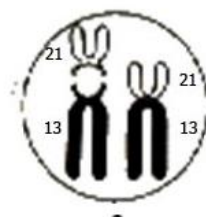
2-A visualização de como os rearranjos estruturais cromossômicos acontecem ficou clara através das imagens utilizadas na apresentação? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

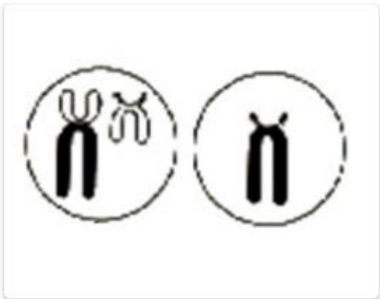
3-As consequências dos rearranjos estruturais cromossômicos ficaram claras através das imagens utilizadas na apresentação?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

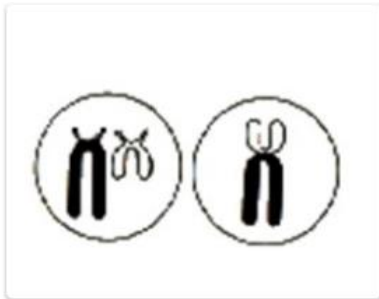
4-A imagem abaixo representa uma fusão cêntrica entre o cromossomo 13 e o 21 na meiose I. Assinale a alternativa correta para o tipo de segregação que originará gametas normais e equilibrados. *



Thompson & Thompson
Genetics in Medicine. 1991



☐ Opção 1



☐ Opção 2



☐ Opção 3

Link para acesso ao Questionário I :
<<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSecsEsQxTiIGGQN7OYrCaZFaTdjI19FT76EwondUG849pjdZg/viewform>>.

7. APÊNDICE B

Questionário II online enviado aos docentes

Questionário II

SOBRE A PESQUISA: "Facilitando o aprendizado de Genética: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos".

***Obrigatório**

Este questionário faz parte da pesquisa intitulada "Facilitando o aprendizado de Genética: elaboração de material didático com tirinhas contextualizadas para o estudo de rearranjos estruturais cromossômicos" da discente de licenciatura em biologia: Thais Gomes de Oliveira, sob supervisão da Prof^a Dr^a Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão . Nesta pesquisa, seus dados pessoais não serão revelados. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar deste trabalho, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão deste estudo e para a produção de conhecimento científico. Você aceita participar?

☐ Sim

☐ Não

Nome *

Sua resposta

Semestre e ano de ingresso *

Sua resposta

Idade *

Sua resposta

Semestre Atual *

Sua resposta

1-A contextualização das histórias em quadrinhos foi de fácil compreensão? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

2-As representações dos cromossomos com tirinhas contextualizadas facilitaram a sua visualização de como os rearranjos estruturais cromossômicos acontecem? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

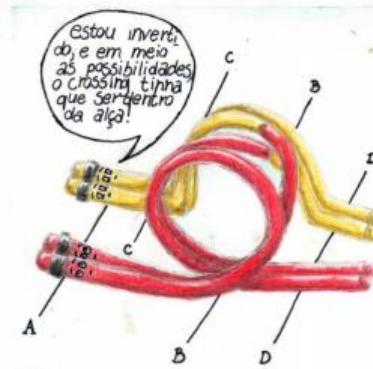
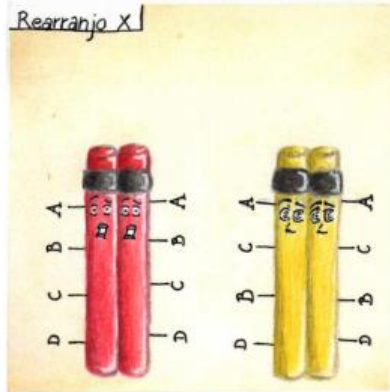
3- As representações dos cromossomos em tirinhas contextualizadas contribuíram para a sua compreensão em relação às consequências dos rearranjos estruturais cromossômicos? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

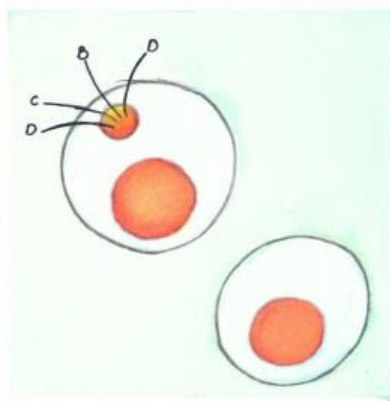
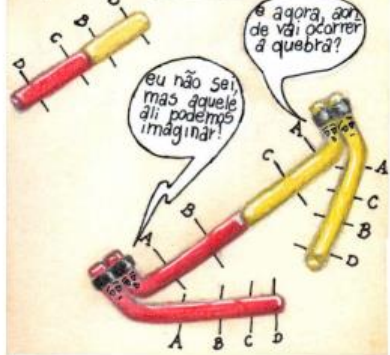
4-Correlacione as tirinhas apresentadas abaixo com os seus respectivos tipos de alteração cromossômica: *

	Inversão Paracêntrica	Translocação Recíproca	Inversão Pericêntrica
Rearranjo X	☐	☐	☐
Rearranjo Y	☐	☐	☐
Rearranjo Z	☐	☐	☐

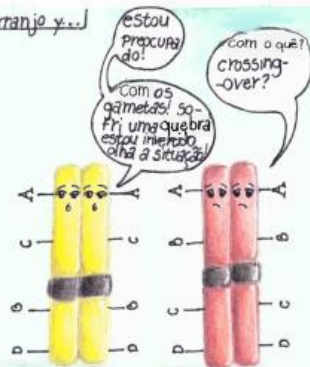
Rearranjo X



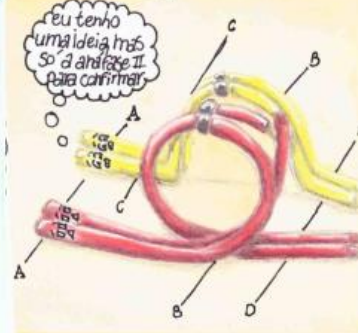
Na primeira Anáfase Meiótica



Rearranje y...



Durante a meiose I...



Antes da meiose I

Rearranjo Z

Após a meiose I

Na fase II

Durante o pareamento

Depois da meiose II

5-Como futuro docente, você utilizaria essas histórias em quadrinhos contextualizadas para explicar esse conteúdo de genética aos seus alunos?

☐ Sim

☐ Não

☐ Talvez

Link para acesso ao Questionário II :
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdvzqG8FC0GUs1zi6Yy_bqjWlR13QlQ9YMdPCIdN9ZLMscf2Q/viewform.

Documento Digitalizado Público

TCC Thaís Gomes de Oliveira

Assunto: TCC Thaís Gomes de Oliveira
Assinado por: Sílvia Fernandes
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Sílvia Dias da Costa Fernandes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO**, em 02/09/2021 16:40:36.

Este documento foi armazenado no SUAP em 02/09/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 262890

Código de Autenticação: fccaf7ac7a

