



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

MARIA DE FÁTIMA SEVERINA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS PARA O ENSINO MÉDIO
SOBRE OS MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA DE FÁTIMA SEVERINA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS PARA O ENSINO MÉDIO
SOBRE OS MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Lauer Garcia.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Maria de Fátima Severina dos.

Produção de uma história em quadrinhos para o ensino médio sobre os
mecanismos de determinação do sexo / Maria de Fátima Severina dos Santos. -
Vitória de Santo Antão, 2022.

55 : il.

Orientador(a): Ana Cristina Lauer Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura,
2022.

Inclui referências, apêndices.

1. Determinação ambiental do sexo. 2. Determinação cromossômica do sexo. 3.
Ensino de genética. 4. História ilustrada. I. Garcia, Ana Cristina Lauer .
(Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

MARIA DE FÁTIMA SEVERINA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS PARA O ENSINO MÉDIO
SOBRE OS MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 06/10/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Lauer Garcia (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Martín Alejandro Montes (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. MSc. Tereza Cristina dos Santos Leal Martins (Examinador Externo)
Escola Cívico Militar Natividade Saldanha

Aos meus pais, a quem devo tudo o que sou, dedico.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer imensamente a minha família, em especial a meus pais, que mesmo com seus poucos estudos sempre entenderam e fizeram o possível para que eu realizasse os meus sonhos e objetivos, aos meus irmãos, que sempre acreditaram em mim e me colocaram como referência frente a meus amados sobrinhos.

Aos meus amigos que irei levar para o resto da vida, em especial a Thiago Henrique, que ao longo dessa jornada acadêmica sempre me ouviu, deu conselhos e me sustentou em momentos que nem eu mesma achei que conseguiria.

À minha amada orientadora, Dra. Ana Cristina, por seu acolhimento ao longo dessa jornada, por sua orientação, pela paciência, pelo apoio e confiança depositada em mim.

Agradecimentos especiais a Tereza Cristina, não só por este trabalho, mas por tantas outras contribuições ao longo desses últimos períodos da graduação.

Ao pessoal do GPEGE, pela ajuda ao longo de toda a minha jornada no grupo de pesquisa, de maneira especial ao professor Martín Alejandro e Carlos Henrique, que me acolheram de forma esplêndida, ajudando a construir parte do que sou hoje.

Agradeço aos professores do curso que contribuíram e serviram como inspiração para o meu futuro na docência e na pesquisa.

Aos meus amigos que de certa forma não estão aqui citados, pela paciência em meus momentos de ausência para que a escrita deste TCC pudesse ser concluída.

A todos que de certa forma, mesmo que muito pequena, tiveram suas contribuições para que esse trabalho pudesse ser finalizado.

Finalizo agradecendo a Deus, pois acredito que os agradecimentos acima e todos os outros da minha vida, só foi possível e continua sendo graças a Ele.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”

Paulo Freire

RESUMO

A utilização de Histórias em Quadrinhos (HQs) na educação vem vencendo inúmeros preconceitos e adquirindo cada vez mais destaque nas metodologias de ensino. Isso acontece, por se tratar de uma leitura acessível e ilustrada, que consegue atrair diversos tipos de leitores, além de permitir contextualizar os temas ensinados com a realidade dos estudantes. Na atualidade, podemos encontrar diversas temáticas inseridas nas HQs, inclusive no ensino de biologia. Entre os ramos da biologia, a genética é considerada uma das disciplinas mais difíceis para a assimilação dos conteúdos pelos discentes. Por trabalhar temas considerados de alta complexidade e de difícil compreensão, muitos autores destacam a importância dos recursos didáticos como elementos facilitadores para a efetivação de saberes nessa disciplina. Neste sentido, mesmo com o apoio de livros didáticos durante as aulas, as HQs são alternativas valiosas para complementar e facilitar o processo de compreensão dos conceitos abstratos e complexos relacionados à genética. O presente trabalho teve como objetivo confeccionar uma HQ visando explicar, com linguagem acessível e ilustrações didáticas, os diferentes mecanismos de determinação do sexo. A HQ construída tem o propósito de ser um material de apoio para o ensino da genética nas aulas de biologia do ensino médio. Dessa maneira, esperamos que a HQ aqui apresentada sirva de estímulo e auxilie na melhora da qualidade das aulas de biologia do ensino médio.

Palavras-chave: Determinação ambiental do sexo; determinação cromossômica do sexo; ensino de genética; história ilustrada.

ABSTRACT

The use of Comics in education is overcoming prejudices and acquiring more and more prominence in teaching methodologies. This often happens because it is an accessible and illustrated reading, which manages to attract different types of readers, in addition to allowing the subjects taught to be contextualized with the reality of the students. Currently, we can find several themes inserted in the comics, including the teaching of biology. Among the branches of biology, genetics is considered one of the most difficult disciplines for students to understand its contents. Since it includes topics considered to be highly complex and difficult to understand, many authors highlight the importance of teaching resources as facilitating elements for the realization of knowledge in this discipline. In this sense, even with the support of textbooks during classes, comics are valuable alternatives to complement and facilitate the process of understanding complex concepts related to genetics. In this way, the present work aimed to create a comic to explain, with accessible language and didactic illustrations, the different mechanisms of sex determination. The comics built have the purpose of being a support material for the teaching of genetics in high school biology classes. In this way, we hope that the comic presented here will serve as a stimulus and help to improve the quality of high school biology classes.

Keywords: Environmental sex determination; chromosomal sex determination; teaching genetics; illustrated history.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	15
3. REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1. Importância do ensino da genética e suas dificuldades no ensino médio	16
3.2. Histórias em quadrinhos como ferramentas de aprendizagem	17
3.3. Histórias em quadrinhos no ensino da genética.....	19
4. OBJETIVOS	21
4.1. Objetivo geral	21
4.2. Objetivos específicos	21
5. METODOLOGIA.....	22
5.1. Elaboração dos quadrinhos e construção do material.....	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1. Descrição da história em quadrinhos	24
6.2. Sugestão de aplicação	25
7. CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A – ROTEIRO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS	34
APÊNDICE B – QUADRINHOS	40

1. INTRODUÇÃO

A genética é a área das ciências biológicas que estuda como o material hereditário se transmite ao longo das gerações, o modo como ele é expresso e como pode ser alterado ao longo do tempo (MONTES; GARCIA, 2015). Os conhecimentos desta área de ensino estão presentes nos mais diversos assuntos do nosso cotidiano, sendo uma das áreas mais promissoras da biologia (DE MELO *et al.*, 2009). Como forma de mostrar o quanto a genética está presente nos discursos científicos atuais merecem destaque as notícias sobre os casos de transgenia na área da saúde e na agricultura, clonagem, novas variantes virais, terapia com células-tronco, entre tantas outras aplicações (OLIVEIRA *et al.*, 2018; OPAS, 2021).

Embora estejam tão presentes no nosso cotidiano, os assuntos relacionados à área da genética são apontados como um dos temas de maior dificuldade de compreensão pelos estudantes de ensino médio das escolas brasileiras (SANTOS *et al.*, 2012; SANTOS, 2013; AGUIAR; CASTRO, 2020). Em parte essa dificuldade pode ser atribuída ao fato da aprendizagem da genética exigir que os discentes tenham ampla capacidade de abstração, a fim de compreender conceitos relacionados a estruturas microscópicas e submicroscópicas, como os cromossomos, o DNA e os genes. Os assuntos da área de genética também requerem que os estudantes apresentem conhecimento da divisão celular, noções de probabilidade e que relacionem os conceitos aprendidos com questões do seu dia a dia (SANTOS *et al.*, 2012; SANTOS, 2013; AGUIAR; CASTRO, 2020).

Um dos assuntos abordados pela área da genética e que desperta muita curiosidade nos estudantes é a questão de como ocorre a determinação do sexo dos diferentes seres-vivos (ANDRADE, 2004; ALBERNAZ, 2009 e COUTINHO *et al.*, 2018). Há distintos mecanismos implicados nesse processo, por exemplo, em alguns organismos fatores ambientais regulam os genes responsáveis pela determinação sexual; em outros, a quantidade de cromossomos é determinante para a formação de indivíduos machos e fêmeas, há também organismos em que a definição do sexo se dá pela presença de alguns cromossomos denominados sexuais (MONTES; GARCIA, 2015). Dada a diversidade de mecanismos possíveis para a determinação do sexo dos seres-vivos, ainda é comum os estudantes pensarem que o único sistema que ocorre na natureza é o apresentado pela nossa espécie no qual o sexo feminino é atribuído à presença de dois cromossomos X e o sexo masculino à presença do par

XY (ANDRADE, 2011).

Há diversas alternativas pedagógicas que podem ser utilizadas no ensino da genética, porém o livro didático ainda é um dos poucos recursos aplicados nas escolas brasileiras, visto que é distribuído gratuitamente pelo governo nas escolas públicas e acaba sendo a ferramenta mais acessível para os docentes e discentes (BELMIRO; BARROS, 2017).

Contudo, alternativas complementares para o processo de ensino-aprendizagem são importantes para a melhor concretização dos saberes em sala de aula (LIMA, 2007). Uma dessas alternativas didáticas para o ensino tem sido o uso de histórias em quadrinhos (HQs), sendo sua aplicação também proposta para a área da biologia (SANTOS *et al.*, 2012). Entre as suas vantagens está o fato de as HQs serem atrativas aos olhos dos discentes, principalmente por não se limitarem apenas a um texto (LIMA, 2007). As HQs também permitem contextualizar os assuntos vistos em sala de aula, a partir de histórias que demonstram a aplicação dos temas trabalhados com a vida dos estudantes (SILVEIRA, 2008). Desta forma, as HQs se tornam ferramentas úteis no ensino de genética, facilitando a aprendizagem de conceitos de difícil compreensão pelos discentes e tornando o aprendizado mais fácil de ser concretizado (DE SOUZA *et al.*, 2017).

No presente trabalho de conclusão de curso foi confeccionada uma HQ abordando o tema dos diferentes mecanismos de determinação do sexo, a fim auxiliar os docentes de biologia a tornar esse conteúdo da área da genética mais fácil de ser assimilado pelos alunos do ensino médio.

2. JUSTIFICATIVA

Embora tão presente no dia a dia a dia das pessoas, a área de genética é considerada de difícil compreensão pelos estudantes do ensino médio do Brasil (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017; BORGES *et al.*, 2017; LOPES; DA SILVA, 2018). Aulas apenas baseadas em livros didáticos, assuntos considerados complexos, envolvendo estruturas microscópicas e submicroscópicas e temas trabalhados sem contextualização com a vida dos estudantes, tornam as aulas de genética monótonas e pouco prazerosas para os alunos (TEMP, 2014; PEREIRA, 2019). Dentro deste contexto é importante que novas metodologias educacionais sejam utilizadas em sala de aula, a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

As HQs têm se mostrado um recurso didático eficiente para as aulas de biologia, incluindo assuntos da área de genética (PEREIRA *et al.*, 2014; DIAS, 2019; MARTINS, 2021). As HQs costumam apresentar uma linguagem acessível, descontraída e enriquecida por recursos visuais que as tornam atrativas para os leitores, proporcionando uma leitura prazerosa. A correta utilização dos recursos linguísticos e visuais que compõem uma HQ e a contextualização da história com o cotidiano dos estudantes torna este recurso didático um material de apoio eficiente para o ensino de biologia (SILVÉRIO; REZENDE, 2014).

No presente trabalho de conclusão de curso, foi elaborada uma HQ sobre os mecanismos de determinação do sexo nos seres-vivos. A HQ foi produzida de forma lúdica e contextualizada, buscando ampliar os conhecimentos dos estudantes e facilitar o aprendizado deste tema.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Importância do estudo da genética e suas dificuldades no ensino

A genética está intimamente ligada às questões de nossa existência e isso justifica o “encantamento” de muitos estudantes por essa área de ensino da biologia (ARANHA, 2004). Quem nunca se motivou em saber por que se parece tanto com seus pais? Ou compreender como se dá a determinação do sexo dos seres-vivos? Quem nunca se interessou em conhecer o risco de apresentar uma determinada doença que ocorre em sua família? Diante de um crime que abala a nossa população ou um caso de paternidade duvidosa, quem não se mostrou interessado em entender a participação da genética na elucidação destes casos? Diante da pandemia do coronavírus, quem não se pergunta o que são as variantes virais e como elas surgem? Nos últimos anos, potencializado pelas técnicas de manipulação do DNA, os assuntos da área da genética vêm demonstrando profunda importância no âmbito cultural e social (ZATZ, 2007; DINIZ *et al.*, 2010). Os avanços nesta área do conhecimento e seu uso no nosso dia a dia fortalecem a ideia de que as bases teóricas da genética são elementos essenciais na formação do cidadão contemporâneo (MARIN *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a instituição escolar é um ambiente fundamental para a atual conjuntura formadora do cidadão, como também para o compartilhamento de ideias e experiências. Para que ocorra formação do cidadão, é necessário que estes estejam habilitados a debater temáticas relacionadas à área da genética, conhecendo os conceitos básicos desta área de ensino (JUSTINA, 2001).

Embora fascinante e tão relacionada com questões do nosso cotidiano, a genética é considerada um tema de difícil compreensão por grande parte dos estudantes do ensino médio do Brasil, os quais demonstram dificuldade em absorver e integrar os conceitos desta área de ensino (SILVEIRA, 2008; ORLANDO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2014; ARAUJO; GUSMÃO, 2017). A necessidade de um alto nível de abstração para a aprendizagem dos conceitos de genética também dificulta a compreensão dos estudantes (EL-HANI, 2007; CATARINACHO, 2011).

Muitas pesquisas vêm demonstrando a dificuldade de estudantes de ensino médio na compreensão de conceitos da área de genética em diferentes regiões do Brasil. Na região Norte, no estado do Amazonas, Borges *et al.* (2017) avaliaram,

através do uso de questionários, o conhecimento de alunos da rede estadual de ensino médio de Manaus sobre as Leis de Mendel. A pesquisa demonstrou a dificuldade dos estudantes no aprendizado deste tema e também a aplicação errônea de vários termos fundamentais para a compreensão dos assuntos de genética.

Na região Sudeste do Brasil, Lima *et al.* (2007) avaliaram o conhecimento dos conceitos de DNA, gene e cromossomos em uma amostra de 280 alunos do ensino médio de Minas Gerais. Através da aplicação de perguntas e desenhos os autores detectaram problemas na compreensão destes conceitos pelos estudantes. Por exemplo, mais de 40% dos discentes apresentou erros de compreensão sobre o que são cromossomos e esta dificuldade foi ainda maior no estabelecimento de correlações entre os três conceitos avaliados. Ainda em Minas Gerais, Belmiro; Barros (2017) realizaram uma análise investigativa sobre as concepções prévias de 208 estudantes do ensino médio da rede de ensino pública (municipal, estadual e federal) e privada a respeito de conceitos básicos relacionados ao ensino de genética. Através da aplicação de questionários, os autores observaram que mais da metade dos estudantes avaliados apresentou dificuldade na compreensão dos conceitos de gene, mecanismo de herança genética e assuntos relacionados à citogenética.

Na região Sul do Brasil, De Souza (2015) avaliou, através da aplicação de questionários, os conhecimentos de genética de 63 estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola da rede privada da cidade de Cascavel, no Paraná. Ao fim da aplicação dos questionários, a pesquisadora constatou que aproximadamente 60% dos entrevistados afirmavam considerar os conteúdos de genética de difícil compreensão, incluindo assuntos relacionados ao núcleo celular interfásico, genes ligados (Linkage), mapas cromossômicos, Sistemas ABO e Rh e Interação gênica.

Como salientado por Goldbach *et al.* (2008) a dificuldade na compreensão dos conceitos de genética também se perpetua no ingresso nas universidades. Essa defasagem na formação dos estudantes é um alerta para que sejam desenvolvidas novas estratégias e métodos de ensino para promover uma melhor aprendizagem dentro dos assuntos de biologia (ROMANOWSKI, 2007; MARTINS *et al.* 2009; MOREIRA, 2012).

3.2. Histórias em quadrinhos como ferramentas de aprendizagem

A busca por ferramentas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem é

algo constante e necessário para melhoria das práticas docentes (ABREU, 2009; BARROSO; ANTUNES, 2015; DE ARAÚJO, 2019). Pensadores como Aristóteles no século V a.C. já defendia a ideia de que o uso de recursos didáticos ajudava a ensinar às crianças de maneira simples e prazerosa (DE ALMEIDA, 1998).

Dentre os recursos didáticos propostos para tornar as aulas de biologia mais atrativas aos estudantes estão as HQs, as quais apresentam uma linguagem que mescla elementos visuais e textuais, através de uma sucessão de imagens, que possuem características próprias que as difere de outros meios de comunicação (VERGUEIRO, 2010).

De acordo com Vergueiro (2010), os desenhos são uma das maneiras mais antigas de expressão da sociedade. Já na Pré-História, o homem do Paleolítico “transformava” a parede das cavernas em um enorme mural, onde registrava desenhos visando à comunicação com seus semelhantes (PATATI; BRAGA, 2006). Embora a comunicação pelo uso de desenhos já remonte desse período, a relação das HQs com a área da educação foi, durante um longo período, marcada por preconceitos e obstáculos (TAMININI; COSTA, 2020). Somente a partir da década de 1970 as HQs começaram a ser utilizadas em livros didáticos para o ensino nas áreas de português, história e biologia, desde então, têm se inserido no meio educacional com mais frequência (WOLF, 2013).

Muitos autores têm valorizado o uso das HQs no aprendizado de diferentes conteúdos curriculares, incluindo o ensino de ciências (CAMARGO; RIVELINI SILVA, 2017; LIU *et al.*, 2019). A aplicação deste recurso didático pode facilitar a introdução e a contextualização de conteúdos, além de permitir aprofundar conceitos, gerar discussões e abordar os assuntos com maior ludicidade (BRAZ; FERNANDES, 2009; MACEDO, 2012; DE QUEIROZ, 2017; DOS SANTOS, 2018).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira e os Parâmetros Curriculares Nacionais reconhecem e recomendam a utilização das HQs nas escolas (VERGUEIRO, 2010; DOS SANTOS, 2018). Este recurso está cada vez mais presente no dia a dia dos alunos, aparecendo inclusive em questões de vestibulares e no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (RAMOS, 2012).

A seguir, são mencionados dois estudos que mostram a importância das HQs como recursos de ensino-aprendizagem. Neves (2012) avaliou a motivação e o aprendizado proporcionado pelas HQs com alunos do 7º ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública do município de Palmas, no estado de Tocantins. O

assunto trabalhado foi o meio ambiente, com enfoque para as queimadas, visto que, na época, a cidade de Palmas estava sendo acometida por queimadas constantes. A partir de HQs produzidas pelos próprios estudantes sobre este tema, a autora relatou que a maioria dos alunos se envolveu com a atividade, demonstrando grande interesse e com resultados positivos em relação à aprendizagem.

Ianesko *et al.* (2017) avaliaram, de forma qualitativa e quantitativa, a contribuição das HQs no aprendizado de assuntos da área de biologia com alunos do ensino médio estadual em uma escola de Guarapuava, Paraná. Em metade das turmas avaliadas as aulas ocorreram dentro do padrão tradicional de ensino e na outra metade das turmas foram complementadas com o uso de HQs. Os resultados comparativos sugeriram que as HQs são eficientes no processo de ensino-aprendizagem. Os estudantes mostraram maior interesse e aprendizado nas aulas em que este recurso didático foi utilizado.

3.3. Histórias em quadrinhos no ensino da genética

O uso das HQs no ensino dos conteúdos de genética tem sido proposto como forma de estimular o conhecimento e o desenvolvimento da criatividade pelos estudantes, além de permitir uma melhor contextualização dos assuntos trabalhados (SANTOS *et al.* 2012; MENEZES *et al.*, 2017, VERGUEIRO, 2018; DE ARAÚJO, 2019; CARVALHO, 2019).

Exemplificando a importância das HQs dentro da grande área de genética, dos Santos (2018) avaliou a eficiência deste recurso didático no ensino da evolução com turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual de Vitória de Santo Antão em Pernambuco. A partir de questionários aplicados aos estudantes antes e após a realização de aulas nas quais as HQs foram utilizadas para o ensino das teorias evolutivas, a autora demonstrou que o uso deste recurso foi positivo para a aprendizagem deste tema pelos estudantes.

Honório (2014) também verificou a eficácia das HQs para o aprendizado de conceitos de genética. A pesquisa ocorreu em quatro etapas, na primeira a autora avaliou, por meio de entrevistas, as dificuldades enfrentadas no ensino desta área por professores de biologia da rede pública de ensino no município da Lapa no Paraná. Na segunda etapa da pesquisa estudantes do terceiro ano desta rede de ensino responderam a questionários acerca de suas dificuldades de aprendizagem

em relação aos conteúdos de genética. Na terceira etapa a autora construiu HQs, com o apoio de professores da escola, visando facilitar o aprendizado dos conceitos para os quais os alunos demonstraram maior dificuldade. Na quarta e última etapa da pesquisa as HQs foram aplicadas como instrumento didático no ensino de genética nas turmas do terceiro ano da escola, a fim de avaliar a sua eficácia para o aprendizado desta área. Foi verificado que as HQs auxiliaram positivamente no aprendizado e despertaram o interesse e a motivação dos alunos, tornando as aulas mais proveitosas.

Estes estudos exemplificam a importância da HQ no ensino de genética e motivaram a proposta da realização deste trabalho de conclusão de curso.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

- ✓ Produzir um material didático em formato de HQ sobre determinação sexual, para o uso de professores e estudantes de biologia do ensino médio.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Apresentar, de forma contextualizada, os diferentes mecanismos responsáveis pela determinação do sexo em organismos de reprodução sexuada.
- ✓ Demonstrar que a determinação do sexo sempre depende de uma base genética.
- ✓ Disponibilizar a HQ produzida para os professores do ensino médio, a fim de proporcionar um material de apoio para o ensino de genética.

5. METODOLOGIA

5.1. Elaboração dos quadrinhos e construção do material

Essa pesquisa foi com uma abordagem qualitativa-descritiva em que se deu a elaboração de uma HQ voltada ao ensino dos mecanismos de determinação do sexo. Os materiais necessários para confecção e elaboração desse recurso didático estão listados no quadro 1.

Quadro 1. Lista dos materiais e programas utilizados para a confecção da história em quadrinhos sobre os mecanismos de determinação do sexo.

Materiais utilizados	
Microsoft Word	Google Drive
Computador	Canva (plataforma digital)

Fonte: DOS SANTOS, M. F. S., 2022.

Para o embasamento teórico sobre os mecanismos de determinação do sexo foram consultados textos em livros didáticos, tais como Júnior *et al.* (2009), Linhares; Gewandsznajder (2011), Bizzo (2013), Garcia; Montes (2015), Lopes e Rosso (2016), Linhares *et al.* (2016) e Mendonça (2016).

O texto do roteiro da HQ foi elaborado na forma diálogos entre dois personagens (Pedro e Aninha) no Microsoft Word (Apêndice A). Buscou-se utilizar uma linguagem acessível para facilitar a compreensão dos diferentes mecanismos de determinação do sexo, tanto cromossômica quanto ambiental. Também foi tomado cuidado para evitar a criação de uma HQ muito longa e cansativa e com detalhes desnecessários para o público-alvo, os estudantes de biologia do ensino médio.

Para a criação dos personagens e dos cenários da HQ foi utilizada a plataforma digital Canva (https://www.canva.com/pt_br/). Trata-se de uma ferramenta gratuita de design gráfico que permite que o usuário crie diversos recursos digitais como apresentações, cartazes, vídeos e histórias interativas. A plataforma é simples e intuitiva e permite trabalhar com montagem de quadros a partir do editor *online* ou *offline*. Esta plataforma também está disponível na versão paga (Canva Pro) que oferece mais recursos, no entanto, toda a criação da HQ aqui apresentada foi feita na versão gratuita da plataforma.

Para a elaboração dos cenários da HQ foram utilizados templates prontos da plataforma Canva. Dentro dos cenários foram incluídos os personagens da HQ, para os quais foram escolhidas diferentes expressões faciais, e balões de fala e pensamento, usando os recursos disponíveis nesta plataforma. Junto com alguns diálogos foram incluídas imagens de livre acesso, visando facilitar a compreensão dos textos.

No design da capa da HQ, o intuito foi ilustrar a cena inicial da HQ com cromossomos como imagens de fundo, buscando transmitir curiosidade e o interesse por sua leitura. Buscou-se produzir uma HQ com aparência lúdica e combinação de cores harmônicas que despertassem a atenção dos leitores. A colorização digital, que consiste em colorir páginas e imagens, foi realizada pela plataforma do Canva

Após o término da produção da HQ os quadros foram convertidos em um arquivo no formato PDF. A fim de ampliar e de facilitar o acesso e divulgação da HQ produzida através neste trabalho, foi disponibilizado um link de acesso a este material. Desta forma, professores e estudantes poderão acessar e baixar a HQ por meio de computadores, *smartphones* e tablets.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Descrição da história em quadrinhos

A HQ intitulada “Biologia em quadrinhos: mecanismos de determinação do sexo” (<https://drive.google.com/file/d/13KtFs3zvetAPYVoQXV6-ytxHwkcL3C6b/view?usp=sharing>), foi produzida na configuração retrato e no formato A4. A HQ apresenta ilustrações coloridas, com oitenta e quatro quadrinhos distribuídos em quatorze páginas (apêndice A).

O tema escolhido para a produção da HQ, os mecanismos de determinação do sexo, fazem parte dos conteúdos programados de genética no ensino médio (PEREIRA, 2019).

A HQ é baseada em um diálogo entre Aninha (personagem principal) e seu amigo Pedro. Inicialmente a garota é desafiada por Pedro para uma partida de dominó, mas logo amigo observa o desespero de Aninha que está preocupada com a prova que terá sobre os mecanismos de determinação do sexo. A garota explica para Pedro que não sabe de nada relacionado à temática de sua prova e que, por isso, não poderá aceitar o desafio na partida de dominó. No decorrer da HQ, Pedro tenta acalmar sua amiga e explica, a partir de uma conversa descontraída e divertida, o assunto que a garota diz não saber. Ao final da HQ, Aninha usa uma frase: “Desafio aceito!”, deixando clara sua satisfação em ter compreendido o assunto de sua prova. Essa frase busca transmitir ao leitor a impressão de que se ele seguiu corretamente a HQ ele também terá vencido o desafio.

Diversas pesquisas têm mostrado a importância das HQs nas aulas de genética, como forma de facilitar a compreensão dos conceitos tidos como abstratos e complexos pelos estudantes (MARRERO; SILVA, 2020; DE SANTANA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022). Os resultados obtidos por estes estudos demonstram como são necessárias propostas alternativas que visem desenvolver novos materiais didáticos que tornem mais dinâmicos e prazerosos o processo de ensino-aprendizagem desta área de ensino.

O uso de HQs possibilita a compreensão de assuntos complexos por meio de ilustrações e falas diversificadas que se adequam ao público de interesse (DE SANTANA *et al.*, 2021). A utilização de HQs como recurso didático permite que os discentes se envolvam ativamente com o desfecho da história, e os conteúdos

acadêmicos podem ser detalhados de maneira mais natural aos estudantes (SILVA, 2019). O uso de HQs pode ser um método para impulsionar a motivação intrínseca, garantindo a aprendizagem e desempenhando a passagem do lógico para o psicológico, potencializando a internalização do conhecimento (NUNES; MENDES; OLIVEIRA, 2018).

No dia-a-dia escolar os conteúdos da genética são, muitas vezes, abordados de maneira fragmentada, e com base apenas em livros, o que acaba levando os discentes a decorarem as terminologias ao invés de compreendê-las e fazer associações com o seu cotidiano (CARNEIRO, 2022). Desta forma, HQs que explorem os conteúdos de genética de modo contextualizado com o cotidiano dos estudantes pode ser uma alternativa para tornar as aulas mais significativas para este público. Especialmente em instituições onde não existem materiais adequados para o ensino da genética, as HQs podem ser elementos eficientes que possibilitam o entendimento dos assuntos trabalhados, garantindo melhor aprendizagem e potencializando a internalização do conhecimento (MAGALHÃES, 2020).

6.2. Sugestão de aplicação

Tendo em vista as dificuldades apresentadas pelos discentes para a compreensão dos temas de genética, a HQ aqui construída busca ser uma alternativa para facilitar o entendimento deste conteúdo pelos discentes.

Sugere-se que após explicar o assunto da determinação do sexo, o professor disponibilize a HQ como forma de complementar ou reforçar o aprendizado desse tema. A partir de seu uso em sala de aula, espera-se que os alunos também sejam incentivados a produzir suas próprias HQs, abordando diferentes temas da área da biologia. Neste sentido é importante que o professor oriente os estudantes a produzir HQs nas quais os temas sejam relacionados com o cotidiano dos discentes.

Espera-se que estas estratégias resultem em melhorias no aprendizado dos temas de genética, tornando as aulas mais interativas, dinâmicas, agradáveis e participativas e despertando maior motivação nos alunos. O uso das HQs em sala de aula é proposto como forma de facilitar a assimilação dos conteúdos pelos discentes de forma mais descontraída, sem que para isso se perca a importância de trabalhar corretamente e de forma contextualizada os conteúdos da disciplina.

É válido reforçar que a HQ aqui produzida utilizou ferramentas disponíveis na internet e programas de acesso gratuito, o que facilita e potencializa sua aplicação no ambiente escolar.

7. CONCLUSÃO

Diante das adversidades enfrentadas pelos discentes na aprendizagem dos temas de genética, o uso de novas metodologias no processo de ensino-aprendizagem desta área de ensino é cada vez mais importante.

Neste sentido, os recursos didáticos, como as HQs, podem ser considerados instrumentos facilitadores neste percurso, sendo ferramentas que os docentes podem utilizar em suas aulas para superar os obstáculos que surgem no difícil caminho da aprendizagem e da inter-relação de conceitos nas diversas áreas do saber e, de uma maneira especial, no ensino de biologia.

REFERÊNCIAS

- ABREU, K. C. K. História e usos da Internet. **Biblioteca Online de Ciências da Comunicação**, Covilhã - Portugal, p. 1-9, 2009. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/~boccmirror/pag/abreu-karen-historia-e-usos-da-internet.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.
- AGUIAR, K. A.; CASTRO, I. F. A. A GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DISCENTE UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE URUÇUI-PI. **International Journal Education And Teaching (Pdvl) Issn 2595-2498**, Recife, v. 3, n. 3, p. 102-116, 31 dez. 2020. Disponível em: <https://www.ijet-pdvl.com/index.php/pdvl/article/view/147>. Acesso em: 17 out. 2021.
- ALBERNAZ, L. S. F.; LONGHI, M. Para compreender gênero: uma ponte para relações igualitárias entre homens e mulheres. **SCOTT, Parry; LEWIS, Liana; QUADROS, Marion Teodósio de. Gênero, diversidade e desigualdades na Educação: interpretações e reflexões para a formação docente. Recife: Editora Universitária UFPE**, p. 75-95, 2009. Disponível em: https://www.ufpe.br/documents/1016303/1020379/gnero+diversidade+e+desigualdad+e+na+educa_o.pdf/fdda0d28-41f4-4145-bb34-e0013193a9cb. Acesso em: 18 agost. 2021.
- ANDRADE, F. L. **Determinismo biológico e questões de gênero no contexto do ensino de biologia: representações e práticas de docentes do Ensino Médio**. 2011. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/determinismo-biologico-e-questoes-de-genero-no-contexto-do-ensino-de-biologia-representacoes-e>. Acesso em: 16 set. 2021.
- ANDRADE, S. S. Mídia, corpo e educação: a ditadura do corpo perfeito. **Corpo, Gênero e Sexualidade. Porto Alegre: Medição**, Rio Grande do Norte, p. 107-120, 2004. Disponível em: <https://seminariocorpogenerosexualidade.furg.br/images/documentos/sextoseminario.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- ARANHA, M. S. F. Educação Inclusiva: a família-a escola-a filosofia. **Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial**, v. 4, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/afamilia.pdf>. Acesso em 16 jul. 2021.
- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 10, n. 10, 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/AS-PRINCIPAIS-DIFICULDADES-ENCONTRADAS-NO-ENSINO-DE-Araujo-Gusm%C3%A3o/438eb5d8ee182244903bb53f682ad56fef9fc0ed>. Acesso em 15 set. 2021.
- BARROSO, Felipe; ANTUNES, M. Tecnologia na educação: ferramentas digitais facilitadoras da prática docente. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v.

5, n. 1, p. 124-131, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31969>. Acesso em: 21 ago. 2021

BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, Bahia, v. 9, n. 17, p. 95-102, 1 ago. 2017. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/771>. Acesso em: 23 out. 2021.

BORGES, C. K. G. D.; DA SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Minas Gerais, v. 12, n. 6, p. 61-75, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/661>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. Histórias em quadrinhos: um recurso didático para as aulas de física. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 18, 2009. Disponível em: <https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/3407>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CAMARGO, S. C.; RIVELINI-SILVA, A. C. Histórias em quadrinhos no ensino de ciências: um olhar sobre o que foi produzido nos últimos doze anos no ENEQ e ENPEC. **ACTIO: Docência em Ciências**, Paraná, v. 2, n. 3, p. 133-150, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/view/6818>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CARNEIRO, B. R. F. **Memórias Pré-Profissionais na Formação do Professor de Biologia: Uma Estratégia para a Superação das dificuldades no Processo de Ensino-Aprendizagem de Genética**. 2022. 40 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2022. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/5398>. Acesso em: 01 set. 2021.

CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula**. 2011. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

COUTINHO, C.; LORENZINI, A. C. R.; FLORES, A. L. Z. D.; RUPPENTHAL, R. Questões de gênero e sexualidade aliados ao ensino de genética: uma proposta pedagógica. **Vivências**, Rio Grande do Sul, v. 14, nº 27, p. 76–87, 2018. Disponível em: http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_027/artigos/pdf/Artigo_08.pdf. Acesso em: 01 fev. 2021.

DE ALMEIDA, P. N. **Educação Lúdica**. Edições Loyola, 1998.

DE ARAUJO, C. S. O; GONÇALVES, C. B; DUTRA, L. B. As Histórias em Quadrinhos (HQs) como ferramentas que possibilita mobilizar as diversas áreas do STEAM. **Latin American Journal of Science Education**, Espanha, v. 6, p. 12026, 2019. Disponível em: http://www.lajse.org/may19/2019_12026.pdf. Acesso em 03 mar. 2021

DE MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação (Bauru)**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/5JWTLCfnphv37Sb5FNpR5XR/?lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2021.

DE QUEIROZ, Josina Barroso et al. Lúdico/história em quadrinhos: uma nova ferramenta de ensino e aprendizagem na disciplina de química. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Acre, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1137>. Acesso em: 25 agos. 2021.

DE SOUZA, M. A. E.; LEAL-BRITO, I.; NEVES, S. C.; OLIVEIRA, R. J. rtigo Original:
Modelos cromossômicos auxiliam o estudo da mitose e da meiose. **PECIBES**, 77-83, 2017. **Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde (PECIBES)**, v. 3, n. 2, 29 nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pecibes/article/view/5266>. Acesso em: 18 agos. 2021.

DE SOUZA, M. **Dificuldades de alunos do ensino médio na aprendizagem da genética**. 2015. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Genética, Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/42247>. Acesso em: 17 agos. 2022.

DIAS, A. C. O. **O ensino da Biologia e as histórias em quadrinhos: Uma experiência para o estudo da citologia**. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – Profbio, Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35497>. Acesso em: 22 set. 2022

DINIZ, M. de Oliveira; FERREIRA, Luís Carlos de Souza. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 70, p. 19-30, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zkfCDkm6tCH3cCzKghrRsCG/?lang=pt&format=html>. Aceso em: 22 set. 2022.

DOS SANTOS, M. K.O. **Uso de histórias em quadrinhos como ferramenta no ensino de Evolução**. 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28922>. Acesso em: 12 set. 2022.

EL-HANI, C. N. Between the cross and the sword: the crisis of the gene concept. **Genetics and Molecular Biology**, Estados Unidos, v. 30, n.2, p. 297–307, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gmb/a/Ly7WktqK39m79DWQWHbKBxC/abstract/?lang=en>. Acesso em: 17 set. 2021.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A. G. A. Produção científica e saberes escolares na área de ensino de Genética: olhares e tendências. **Jornadas Latino-Americanas de estudos sociais das Ciências e das Tecnologias**. Rio de Janeiro, 2008.

HONÓRIO, A. M. Z. **A utilização de histórias em quadrinhos no processo de ensino aprendizagem de conceitos referentes à genética mendeliana**. 2014. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Genética, Universidade Federal do Paraná, Rio Negro, 2014. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/46574>. Acesso em: 11 set. 2021.

IANESKO, F.; DE ANDRADE, C. K.; FELSNER, M. L.; ZATTA, L. Elaboração e aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Minas Gerais, v. 12, n. 5, p. 105–125, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/642>. Acesso em: 11 out 2021.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à genética**. 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Florianópolis, 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/Maria/Downloads/178390.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

LDB - **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394/96. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 14 set. 2021.

LIMA, A. C.; PINTON, M. R. G. M.; CHAVES, A. C L. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, p. 1-12, 2007. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p464.pdf. Acesso em: 09 out. 2021.

LIU, A. S.; DE CASSIA S. R.; DOS SANTOS L. L. As histórias em quadrinhos como materiais didáticos alternativos no ensino de ciências. **Revista Compartilhar-Reitoria**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 73–78, 2019. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/compartilhar/article/view/1201>. Acesso em: 07 set. 2021.

LOPES, K. D.; DA SILVA, C. C. Percepções de alunos do ensino médio quanto aos conceitos fundamentais da genética básica: um estudo de caso. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v.19, nº 1, p. 2–9, 2018. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsskroton.com.br/article/view/4673>. Aceso em: 05 nov. 2021.

MACEDO, Alexsandro do Nascimento. **Da lama à sala de aula: a festa do mastro de capela/se narrada em uma HQ para o ensino de história**. 2021. 228 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ensino de História, Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2021. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/14682>. Acesso em: 11 out. 2021.

MAGALHÃES, H. M. **Utilização de histórias em quadrinhos (HQs) como metodologia diferenciada no ensino de ácidos e bases**. 2020. 109 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27807>. Acesso em: 10 out. 2021.

MARIN, G. R. B.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Avaliação da aprendizagem significativa em uma sequência didática sobre conteúdos de sistemas sanguíneos. **Revista de Estudios y Experiencias En Educación**, Santa Cruz, v. 20, n. 42, p. 367-387, 1 abr. 2021. Disponível em: <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/845>. Acesso em: 15 out. 2021.

MARRERO, A. R.; SILVA, L. V. Proteínas em quadrinhos. In: Encontro nacional de educação (enaced) e seminário internacional de estudos e pesquisas em educação (siepec), 1, 2020, Unijuí, Rio Grande do Sul. **Anais [...]**. Unijuí, Rio Grande do Sul: **Publicações eventos**, 2020. v. 1, p. 1-6. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/enacedsiepec/article/view/18806>. Acesso em: 07 out. 2021.

MARTINS, A. R. A. **Os genes e o câncer: estudando e construindo histórias em quadrinhos para compreender o câncer como uma doença genética**. 2021. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/38014>. Acesso em: 07 set. 2022.

MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. F. S.; SOUZA, C. M. S. G. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/fswd5V6g8h8HB6zZysGqH4j/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 agos. 2022.

MENEZES, L.; RIBEIRO, A.; GOMES, H.; MARTINS, A. P.; TAVARES, F.; PINTO, H. O humor nas práticas letivas dos professores que ensinam matemática. In: Atas do XXVIII Seminário de Investigação em Educação Matemática (siem), 1, p. 51–67, 2017, Mato Grosso do Sul. **Anais [...]**. Mato Grosso do Sul: Associação de Professores de Matemática (apm), 1, p. 51–67, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/53677>. Acesso em 22 agos. 2022.

MONTES, M. A.; GARCIA, A.C.L. Determinação do Sexo. In: DE SOUZA, P. R. E.; DA SILVA, H. D. A.; LEITE, F. C. B.; GARCIA, A. C. L.; MONTES, M. A (eds). **Genética Geral para Universitários**. EDUFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, Rio Grande do Sul, v. 41, 2012. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Mapas%20Conceituais%20e%20Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 07 agos. 2022.

NEVES, S. C. **A história em quadrinhos como recurso didático em sala de aula.** 2012. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Artes Visuais, Universidade de Brasília, Palmas - Tocantins, 2012. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/5588>. Acesso em: 07 agos. 2022.

NUNES, J. M. V.; MENDES, S. F. M.; OLIVEIRA, E. P. HISTÓRIAS EM QUADRINHOS: RECURSO MOTIVADOR DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MATEMÁTICA. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 76–92, 2018. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/4284>. Acesso em: 11 out. 2021.

OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, F. S.; CAVALCANTE, S. L.; COUTO, A. R. M., DE ALMEIDA, A. N. S., & BRANCO, M. F. C. C. Atividades de educação em saúde realizadas com grupo de idosas para promoção do autocuidado em saúde. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, Florianópolis, v. 15, n. 28, p. 137–150, 2018

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Sequenciamento genômico do SARS COV-2 para objetivos de saúde pública. Brasília (DF), 2021.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; DA SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D e BARBOSA, V. C. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1–17, 2019.

Parâmetros curriculares nacionais (PCN): Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

PATATI, C.; BRAGA, F. **Almanaque dos quadrinhos: 100 anos de uma mídia popular.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2006.

PEREIRA, A. J.; PATRICIO, G. S.; ALVES, F. G. S.; GONÇALVES, J. J. S.; e MATOSO, J. R. Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, Niterói, v. 7, p. 564-571, 2014. Disponível em: <https://silo.tips/download/modelos-didaticos-de-dna-rna-ribossomos-e-processos-moleculares-para-o-ensino-de>. Acesso em: 14 out. 2021.

PEREIRA, F. D. **Analisando Livros Didáticos do Ensino Médio: Um Olhar Específico para o Tema de Genética.** 2019. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/240236>. Acesso em 11 set. 2021.

PEREIRA, F. P. **O ensino de genética na educação básica: revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos.** 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO) – Universidade Estadual do Piauí, 2019. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp->

content/uploads/2020/12/TCM-FRANCISCO-PIRES-PEREIRA.pdf. Acesso em: 12 nov. 2022.

RAMOS, P. Outra leitura sobre a Pedagogia do Garfield. **Anais Campinas: UNICAMP**, 2012.

ROMANOWSKI, J. P. **Formação e profissionalização docente**. Editora Ibepex, 2007.

SANTANA, J. I. de .; CARVALHO, M. E. O. de .; SANTANA, J. M. de .; GARCIA, A. C. L. . Didactic sequence for teaching genetics: use of contextualized comic books about ABO system and Rh fator. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 16, p. e281101623509, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23509>. Acesso em: 11 out. 2021.

SANTOS, V. J. da R. M.; SILVA, F. B. da; ACIOLI, M. F. Produção de Histórias em Quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, 2012. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/36467>. Acesso em: 11 out. 2021.

SILVA, G. H.; ROST, Érica; CABRAL, R. M. G.; SILVA, T. A. R. Super-heróis na sala de aula: dos filmes do Capitão América para o conteúdo de genética no Ensino Médio. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 733–744, 2022. Disponível em: <http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/914>. Acesso em: 11 out. 2022.

SILVA, M. N. L. **História em quadrinhos como recurso de apoio ao ensino da histologia**. 2019. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32122>. Acesso em: 11 set. 2022.

SILVEIRA, L. S. F. **Uma contribuição para o ensino de genética**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3036/1/000401333-Texto+Completo-0.pdf>. Acesso em: 11 agos. 2022.

SILVÉRIO, L. B. R.; REZENDE, L. O valor pedagógico das histórias em quadrinhos no percurso do docente de língua portuguesa. **Anais da I Jornada de Didática–O ensino como foco e do I Fórum de professores do estado do Paraná**, 2014. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57891378/O_VALOR_PEDAGOGICO_DAS_HISTORIAS_EM_QUADRINHOS-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1665493641&Signature=KxQjrvcaqPh41j4tRitVXxNVHhMq5G4jvA5OHZwg~8w8uh8n~~ECxCXNxCYPyO16q0M4YCF8QcDSCP6oUgy8em9--PVhtARleomCzuwFRUBJCVQXafU00jFTdrsDnQxKV1JarA5Udxw599Do5RfYJbM-RKx4QkGn7cpvCdZSOupz9mvzQqIWtQ-G7zkuN5wgt0NmGEvGSe~TfaKAZK0rH2FRZrrzuhGfthEoErClvL2mXcTCoxeOBq1~

86ESqiMQqi5BhdjP1-O8fE-aHJeTPlorncQ37OMZiuCcaEIVz4IO2SGNfNBImhXIVROfxvZl1wdC0MRNMBwVcxWQeqfUg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 11 set. 2022.

TAMANINI, P. A.; COSTA, J. D. As histórias em quadrinhos (HQs) e o ensino de história: canudos entre textos e imagens. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 20, p. e020054, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8655119>. Acesso em: 11 set. 2022.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Genética e suas Aplicações: Identificando o Conhecimento Presente entre Concluintes do Ensino Médio. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 358–372, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13619>. Acesso em: 11 fev. 2022.

VERGUEIRO, W. Uso das HQs no ensino In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (Org.). Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. São Paulo: **Contexto**, 2010.

VERGUEIRO, W.; NETTO, R. Coleção Quadrinhos em Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações. **Coordenação de Raymundo Netto, Waldomiro Vergueiro. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha**, 2018.

WOLF, P. F. **História em quadrinhos no ensino de evolução**. 2013. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38098/TCC%20Priscila%20Furmann%20Wolf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 set. 2022.

ZATZ, Mayana. A biologia molecular contribuindo para a compreensão e a prevenção das doenças hereditárias. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 85-99, 2002. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/QPDCC7QbHmDDpgGS8rNtBFH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2021

APÊNDICE A

ROTEIRO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS

BIOLOGIA EM QUADRINHOS: MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO

Pedro: Aninha, topa uma partida de dominó?

Aninha: Não posso tenho que estudar para a prova de genética!

Pedro: E do que se trata?

Aninha: Sobre “Determinação do sexo” e não sei de nada!

Pedro: Calma Aninha, eu posso te ajudar!

Aninha: É tanto assunto que tô ferrada!

Pedro: Se acalme menina!

Pedro: Os seres vivos tem a capacidade de transmitir as informações genéticas através das gerações, mas tudo começa quando...

Aninha: Quando o quê? Quanto mistério!

Pedro: CALMAAAA!

Pedro: Continuando...Tudo começa quando entendemos que existem dois tipos de reprodução! Lembra quais são?

Aninha: Ahhh lembro! **Reprodução assexuada e sexuada!**

Pedro: Muito bem! Tá vendo que nem tudo está perdido!

Aninha: Sim, mas qual a diferença entre esses tipos de reprodução?

Pedro: Na reprodução assexuada, não há fusão de gametas.

Aninha: Como assim?

Pedro: Um indivíduo pode simplesmente formar novos indivíduos por divisão celular, gerando descendentes sem a necessidade de um parceiro.

Aninha: Lembro que isso ocorre com os procariotos, as famosas bactérias, certo? Elas se reproduzem por bipartição.

Pedro: Isso!

Pedro: A reprodução assexuada gera indivíduos geneticamente iguais, os clones.

Aninha: Entendi! Danadas essas bactérias hein? Kkkkk E eu que achava que o único clone era a famosa ovelha Dolly, geneticamente igual a sua mãe.

Pedro: Que isso Aninha! Clones não são produzidos só nos laboratórios, existem clones naturais!

Aninha: E é?

Pedro: Clones naturais são formados, por exemplo, na reprodução por brotamento dos hidrozoários, quando geramos uma muda a partir do galho de uma planta e na reprodução por fragmentação das planárias.

Aninha: Puxa, estamos cheios de clones por aí! A Lúcia e Luiza são gêmeas idênticas. Elas também são clones?

Pedro: Isso mesmo! Visse? Tens amigas clones e nem sabias!

Aninha: Oxe! Até que esse assunto é interessante.

Pedro: O melhor ainda está por vir!

Pedro: Muitos seres vivos se reproduzem de forma sexuada, um processo que envolve a formação e a fusão de gametas.

Aninha: Sim, é assim que surgem os humanos!

Pedro: Não só os humanos, como também outros grupos de seres vivos! Mas já, já chego nessa parte...

Aninha: É assunto demais, será que vou conseguir entender?

Pedro: Respira! Dará tudo certo! E não me inventa de colocar a carroça na frente dos bois!

Aninha: Tá bem!

Aninha: Lembro-me de ter escutado algo do tipo monoico e dioico, mas, não me sei o que danado seja isso!

Pedro: Sim, sim! Ainda bem que você recordou desses termos, já iria passar batido!

Pedro: Os seres de reprodução sexuada podem ser monoicos ou dioicos. Quando um indivíduo apresenta os dois sexos ao mesmo tempo, é dito monoico.

Aninha: Ah, os hermafroditas!

Pedro: Isso! Um exemplo são as ervilhas utilizadas nos cruzamentos de Mendel!

Aninha: Ah é?

Pedro: Sim, a flor da ervilha apresenta os dois sexos juntos, masculino e feminino. E se reproduz por autofecundação.

Aninha: Todas as flores são hermafroditas?

Pedro: A grande parte das plantas com flores, as angiospermas, são.

Aninha: E todas as plantas hermafroditas se reproduzem por autofecundação?

Pedro: Não, muitas têm fecundação cruzada. O pólen é levado de uma planta a outra por insetos, ou outros seres vivos, ou ainda pelo vento ou pela água.

Aninha: Ah, e com isso ocorre a fecundação cruzada entre flores de diferentes plantas.

Pedro: Isso mesmo! E isso é excelente para a continuidade evolutiva das angiospermas, já que evita a formação de clones e permite maior variabilidade genética.

Aninha: Quanto maior a variabilidade genética de uma espécie maior será a chance dela continuar existindo ao longo do tempo.

Aninha: Sim, mas voltemos ao assunto dos hermafroditas. Isso só ocorre em plantas?

Pedro: Não, nos animais também há casos de hermafroditas.

Aninha: Diz aí um exemplo!

Pedro: As minhocas também são monoicas, ou seja, hermafroditas, já que possuem os dois sexos no mesmo indivíduo.

Aninha: Legal, mas como elas se reproduzem?

Pedro: Nas minhocas não ocorre autofecundação e sim fecundação cruzada, necessitando de duas minhocas para a reprodução ocorrer.

Aninha: Ah, entendi!

Aninha: E os indivíduos monoicos apresentam cromossomos sexuais, assim como a gente, mulheres XX e homens XY?

Pedro: Não Aninha, o que determina a formação de estruturas masculinas e femininas em um mesmo indivíduo é a regulação gênica diferencial.

Aninha: Como assim?

Pedro: Nas estruturas masculinas da minhoca estão “ligados” genes diferentes daqueles que se expressam nas estruturas femininas.

Aninha: Então embora o material genético (DNA) seja o mesmo nas diferentes células das minhocas, em algumas células estarão ligados genes responsáveis por expressar estruturas femininas e em outras, genes que expressarão estruturas masculinas. É isso?

Pedro: P-E-R-F-E-I-T-O!

Aninha: Certo, agora que eu já sei sobre os organismos monoicos me conta sobre dioicos.

Pedro: Dioicos são aqueles que apresentam sexos separados, ou seja, há indivíduos machos e indivíduos fêmeas.

Aninha: Que chique sou um organismo dioico e nem sabia!

Pedro: Oxe! Ao final dessa conversa você vai fazer sucesso com suas palavras menina!

Pedro: Entre os dioicos há espécies em que o sexo muda com a idade.

Aninha: Que viagem é essa?

Pedro: Sabe aquele desenho “Procurando Nemo”?

Aninha: Eu adoro o Nemo!

Pedro: O Nemo é um peixe-palhaço da espécie *Amphiprion percula*. Nessa espécie os indivíduos nascem machos e mais tarde se tornam fêmeas.

Aninha: Poxa Neminho, você é uma caixinha de surpresas hem...

Pedro: No caso do Nemo ocorre o que chamamos de hermafroditismo sequencial.

Aninha: Nestes casos, sempre é o macho o primeiro sexo a aparecer?

Pedro: Nem sempre... Há casos em que os indivíduos são primeiramente fêmeas e mais velhos se tornam machos.

Aninha: Minha professora comentou algo sobre a determinação do sexo em jacarés. É parecido com o Nemo?

Pedro: Cuidado para não se confundir Aninha! Muitos répteis, como os jacarés, apresentam um sistema de determinação do sexo ambiental.

Aninha: Eles não têm cromossomos sexuais?

Pedro: Não, novamente temos o mecanismo de regulação gênica na história. Dependendo da temperatura em que os ovos são chocados são ativados ou desligados genes, que garantem o desenvolvimento do filhote em um macho ou uma fêmea.

Aninha: Isso também ocorre com as tartarugas e lagartos, certo?

Pedro: Muitas espécies de répteis apresentam esse sistema de determinação do sexo.

Aninha: Quanta variação nessa história de determinação do sexo! A natureza é bem diversificada!

Pedro: É como é Aninha!

Aninha: E você ainda não me comentou sobre as espécies que possuem cromossomos sexuais.

Pedro: Pois então vamos lá!

Pedro: Neste caso, os genes principais para a determinação do sexo estão situados em um grupo de cromossomos, geralmente um par, chamados de **cromossomos sexuais** ou **alossomos**. Os demais cromossomos são chamados de autossomos.

Aninha: E como é isso?

Pedro: Em algumas espécies um dos sexos apresenta dois cromossomos sexuais morfologicamente idênticos e no outro os cromossomos sexuais são diferentes entre si.

Aninha: Mais assim parece que tem dois sistemas de determinação do sexo!

Pedro: É ISSO!

Pedro: Essa situação permite definir dois grandes sistemas de determinação do sexo, aquele em que o macho apresenta os cromossomos sexuais diferentes entre si (Sistemas XX-XY e XX-X0) e aquele em que é a fêmea que apresenta esta condição (sistemas ZZ-ZW e ZZ-Z0).

Aninha: E qual a diferença entre eles?

Pedro: Nos sistemas de determinação do sexo **XX-XY** e **XX-X0** o macho é responsável pela definição do sexo da progênie.

Aninha: E como ocorre a produção de gametas nesses sistemas?

Pedro: No sistema XX-XY, os machos são XY e produzem metade dos gametas com o cromossomo X e a outra metade com o cromossomo Y.

Aninha: Ah, estou lembrando... como os machos podem formar dois tipos de gametas eles são ditos heterogaméticos.

Pedro: Está arrasando Aninha! Já as fêmeas são XX e produzem apenas gametas com o cromossomo X.

Aninha: Sim, logo as fêmeas são o sexo homogamético, pois só formam um tipo de gameta.

Pedro: Não era tu que estavas preocupada com a prova? Estás sabendo demais da conta menina!

Aninha: Estou ficando apenas mais confiante!

Pedro: Caso o gameta feminino seja fecundado por um X do pai é formada uma fêmea e, no caso da junção de um X materno com um Y paterno há a formação de um macho.

Aninha: Por isso os machistas não podem culpar a mãe por não lhe darem um filho homem, afinal, quem doa o cromossomo Y não são eles?

Pedro: Realmente Aninha, nem tinha me dado conta sobre isso!

Aninha: E o sistema XX-XY só ocorre em humanos?

Pedro: Não, esse sistema ocorre na maioria dos vertebrados, em alguns insetos, diversos tipos de peixes e algumas plantas.

Aninha: E o sistema XX-X0?

Pedro: Nesse sistema as fêmeas são XX e os machos serão X0. O “zero” representa a falta de um cromossomo sexual.

Pedro: Novamente nesse sistema os machos são o sexo heterogamético, já que produzem gametas com o cromossomo X e gametas sem cromossomo.

Aninha: E as fêmeas produzirão apenas gametas com um cromossomo X, não é isso?

Pedro: Perfeito! As fêmeas são homogaméticas.

Pedro: Quando o gameta com o cromossomo X da mãe se combina com um gameta contendo um cromossomo X do pai nascerá uma fêmea.

Pedro: E quando o gameta com um cromossomo X da mãe se combina com um gameta do pai sem o cromossomo X nascerá um macho (X0).

Pedro: Fechou o raciocínio!

Aninha: Estou até me animando para a minha prova! E quais organismos apresentam o sistema XX-X0?

Pedro: Algumas aranhas e muitos insetos, como por exemplo, os grilos e gafanhotos.

Aninha: E tem casos em que é a fêmea que determina o sexo dos filhos?

Pedro: Sim, esse é o caso dos sistemas ZZ-ZW e ZZ-Z0.

Pedro: Nesses sistemas a fêmea é o sexo heterogamético.

Aninha: Mulheres, finalmente chegou a nossa vez! Me conta como isso funciona! Tô curiosa!

Pedro: Vamos tratar do sistema ZZ-ZW. Antes de mais nada, ficaria estranho falar que uma fêmea é XY, não é mesmo?

Aninha: Verdade!

Pedro: Então nesse sistema os cromossomos sexuais recebem nomes diferentes (Z e W) para evitar confusão com os sistemas XX/XY.

Aninha: Entendi! Nesses organismos o Z equivale ao cromossomo X e o W ao cromossomo Y.

Pedro: Excelente raciocínio! O sistema **ZZ-ZW** tem sido observado em aves, répteis e lepidópteros (mariposas e borboletas) e até mesmo em plantas.

Aninha: Eu pensava que nos répteis a determinação do sexo era pela temperatura, lembra que me falaste sobre isso?

Pedro: Sim, mas algumas espécies de répteis apresentam cromossomos sexuais.

Aninha: Entendi! Tenho que cuidar com as generalizações!

Pedro: Sim! Cuidado! No sistema ZZ-ZW os machos apresentam o par de cromossomos sexuais ZZ e as fêmeas o par ZW.

Pedro: O macho sempre dará para os filhos o cromossomo Z e as fêmeas podem passar para a prole o cromossomo Z ou o W.

Aninha: Agora é fácil, Z com Z macho e Z com W fêmea! Oxe, tá ficando fácil demais da conta!

Pedro: Então vamos encerrar com o sistema ZZ-Z0, no qual as fêmeas apresentam apenas um cromossomo Z (Z0) e os machos possuem dois (ZZ).

Aninha: Já sei como é. Os machos sempre passarão o cromossomo sexual Z para a prole e as fêmeas poderão passar o Z ou o não transmitir nenhum cromossomo sexual para a prole, só os autossomos. Falei bonito?

Pedro: E como menina! Tu tá um arraso!

Pedro: O sistema ZZ-Z0 ocorre em algumas espécies de mariposas e alguns outros insetos.

Aninha: E aí encerramos?

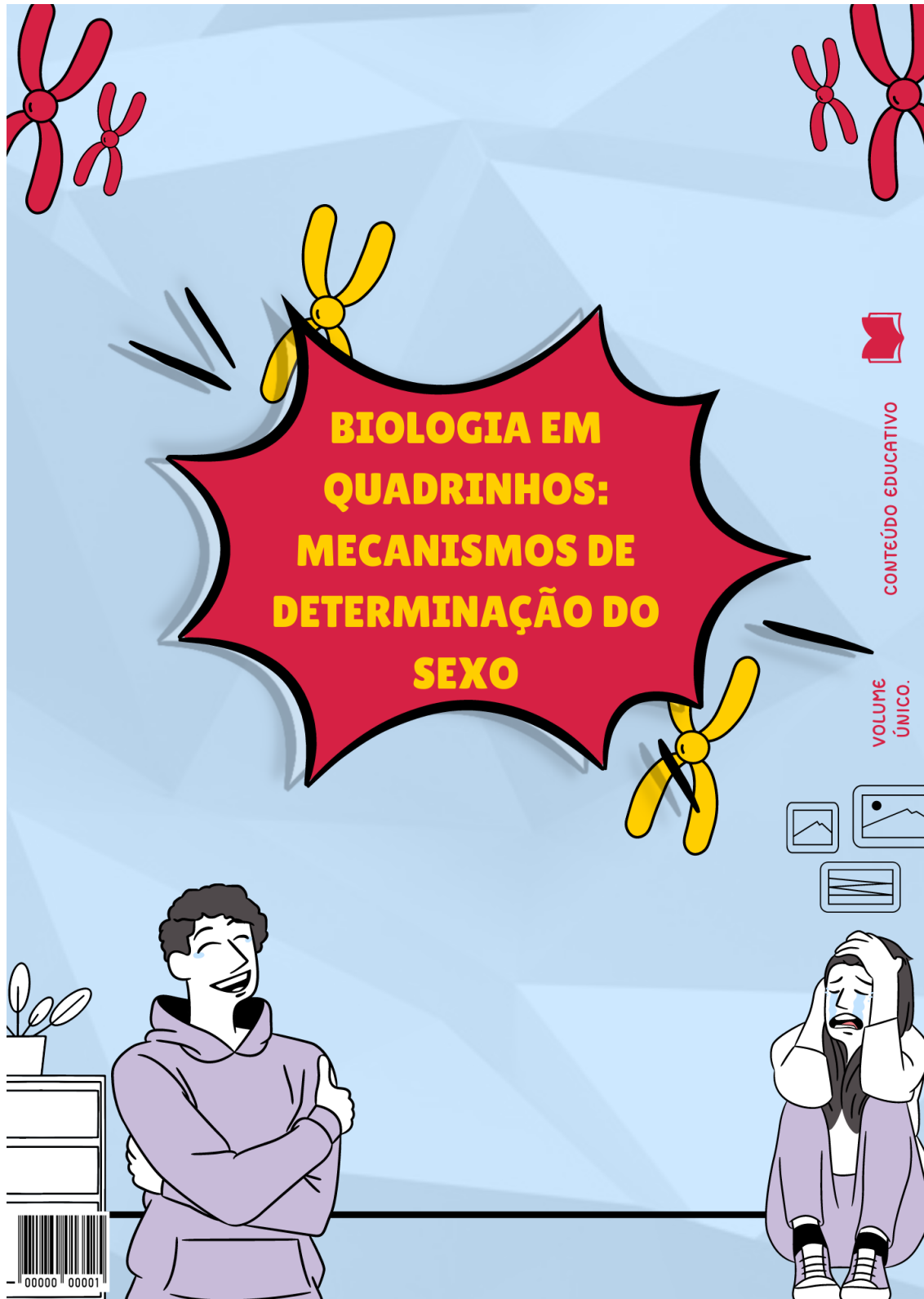
Pedro: Acho que sim, mas esse tema é amplo e cheio de curiosidades.

Pedro: Você sabia que tem espécies com mais cromossomos sexuais do que autossomos? Um exemplo é ornitorrinco.

Aninha: Esse bicho é bem esquisito! Mas deixa o ornitorrinco com suas loucuras e vamos parar por aqui antes que eu enlouqueça também.

Pedro: É isso aí! Agora desafio você a me vencer na partida de dominó.

Aninha: Desafio aceito

APÊNDICE B**HISTÓRIA EM QUADRINHOS**

**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS –
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO,
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA**

**BIOLOGIA EM QUADRINHOS: MECANISMOS
DE DETERMINAÇÃO DO SEXO**

**MARIA DE FÁTIMA SEVERINA DOS SANTOS
GRADUANDA EM LICENCIATURA EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANA CRISTINA LAUER GARCIA
ORIENTADORA**

BIOLOGIA EM QUADRINHOS: MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO

