

Ciências Humanas



Luiza Gabriela de Oliveira

ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA

O uso de histórias em quadrinhos
no ensino de genética



editora **UFOP**

ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA

O uso de histórias em quadrinhos
no ensino de genética



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Reitora

Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Hermínio Arias Nalini Jr.



editora**UFOP**

Diretor

Prof. Frederico de Mello Brandão Tavares

Coordenação Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Assessor da Editora

Alvimar Ambrósio

Diretoria

André Luís Carvalho (Coord. de Comunicação Institucional)

Marcos Eduardo Carvalho Gonçalves Knupp (PROEX)

Paulo de Tarso A. Castro (Presidente Interino do Conselho Editorial)

Sérgio Francisco de Aquino (PROPP)

Tânia Rossi Garbin (PROGRAD)

Conselho Editorial

Profa. Dra. Débora Cristina Lopez

Profa. Dra. Elisângela Martins Leal

Prof. Dr. José Luiz Vila Real Gonçalves

Prof. Dr. José Rubens Lima Jardimino

Profa. Dra. Lisandra Brandino de Oliveira

Prof. Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro

Luiza Gabriela de Oliveira

ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA

O uso de histórias em quadrinhos
no ensino de genética

Ouro Preto
2018



© EDUFOP

Coordenação Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Capa

Daniel Ribeiro Pires

Diagramação

Pollyanna Assis

Revisão

Ciro Mendes

Livia Moreira

Rosângela Zanetti

Ficha Catalográfica

(Elaborado por: Elton Ferreira de Mattos - CRB6-2824, SISBIN/UFOP)

O482a Oliveira, Luiza Gabriela de.

Almanaque de ciências da professora Genna : o uso de histórias em quadrinhos no ensino de genética / Luiza Gabriela de Oliveira. – Ouro Preto : Editora UFOP, 2018.

204 p. : il. : color; tabs.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Genética - Estudo e ensino.
3. Gêneros literários. 4. Histórias em quadrinhos. I. Título.

CDU: 37.012:5

ISBN 978-85-288-0362-4

Todos os direitos reservados à Editora UFOP. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida, arquivada ou transmitida por qualquer meio ou forma sem prévia permissão por escrito da Editora. A originalidade dos conteúdos e o uso de imagens são de responsabilidade do autor da obra.

EDITORA UFOP

Campus Morro do Cruzeiro

Centro de Comunicação, 2º andar

Ouro Preto / MG, 35400-000

www.editora.ufop.br / editora@ufop.edu.br

(31) 3559-1463

Dedico este trabalho às professoras e professores, alunos e alunas que acreditam e investem em uma educação pública, universal, democrática e de qualidade para todos e todas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os amigos, familiares, companheiros, professores e alunos que me auxiliaram na árdua jornada de construção desta obra.

Esta obra foi selecionada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto, a partir do Edital nº 003/2017 da Editora UFOP, para editoração eletrônica de trabalhos originados de teses e dissertações.

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Pró-Reitor Prof. Dr. Sérgio Francisco de Aquino

Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC)

Coordenador Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Orientador Prof. Dr. Marco Antônio Melo Franco

Comissão Editorial

Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva (UFOP/MG)

Profa. Dra. Michele Hideme Ueno Guimarães (UFOP/MG)

Profa. Dra. Uyrá dos Santos Zama (UFOP/MG)

SUMÁRIO

15	PRÓLOGO
19	PREFÁCIO
21	APRESENTAÇÃO
	CAPÍTULO 1
25	REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA E O USO DE QUADRINHOS EM SALA DE AULA
25	1.1 A necessária aprendizagem sobre genética no ensino fundamental
34	1.2 A teoria sociocultural como norteadora dos processos de ensino de ciências
39	1.3 Gêneros textuais como aliados no ensino de ciências
45	1.4 A utilização do gênero textual história em quadrinhos nas aulas de ciências
	CAPÍTULO 2
61	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA
62	2.1 A escola onde a pesquisa foi desenvolvida
63	2.2 A professora de ciências
64	2.3 A sala de aula
65	2.4 O roteiro de atividades <i>Almanaque de Ciências da Professora Genna</i>
71	2.5 A coleta de dados
	CAPÍTULO 3
75	<i>ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA</i> : DESCRIÇÃO E UTILIZAÇÃO
76	3.1 Atividade 1: Introdução à genética
81	3.2 Atividade 2: De onde vêm esses tais genes
90	3.3 Atividade 3: Armazenamento das informações genéticas

103	3.4 Atividade 4: O DNA e a vida na Terra
110	3.5 Atividade 5: Herança genética
133	3.6 Atividade 6: Atuação dos genes - influência do ambiente no funcionamento dos genes
146	3.7 Atividade 7: Melhoramento genético - melhoramento por cruzamento
149	3.8 Atividade 8: Melhoramento genético- melhoramento por manipulação genética

CAPÍTULO 4

155	AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE GENÉTICA E LEITURA DE QUADRINHOS ANTES E APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES
156	4.1 As concepções dos alunos sobre os conceitos científicos trabalhados
164	4.2 As concepções dos alunos sobre a leitura de quadrinhos e o seu uso como ferramenta didática

CAPÍTULO 5

175	CONSIDERAÇÕES FINAIS
-----	----------------------

183	REFERÊNCIAS
-----	-------------

189	APÊNDICE - <i>ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA</i>
-----	---

203	SOBRE A AUTORA
-----	----------------

LISTA DE FIGURAS

68	FIGURA 1 – Capa do <i>Almanaque de Ciências da Professora Genna</i>
68	FIGURA 2 – Apresentação da professora Genna
69	FIGURA 3 – Seção “Dicionário de Genetiquês”
70	FIGURA 4 – Referências dos quadrinhos indicados no Almanaque
70	FIGURA 5 – Referências dos quadrinhos indicados no Almanaque
77	FIGURA 6 – Atividade 1
82	FIGURA 7 – Atividade 2
83	FIGURA 8 – Atividade 2 (Continuação)
88	FIGURA 9 – Dicionário de Genetiquês da atividade 2
91	FIGURA 10 – Atividade 3
93	FIGURA 11 – Atividade 3 (Continuação)
94	FIGURA 12 – Atividade 3 (Continuação)
95	FIGURA 13 – Analogia com um aplicativo de celular
95	FIGURA 14 – Analogia com um pacote de amendoim
96	FIGURA 15 – Analogia com um maracujá
96	FIGURA 16 – Analogia com um shopping
97	FIGURA 17 – Analogia com a internet
97	FIGURA 18 – Analogia com uma garagem
98	FIGURA 19 – Analogia com um livro
98	FIGURA 20 – Analogia com uma caixa de bombons
100	FIGURA 21 – Dicionário de Genetiquês da atividade 3
105	FIGURA 22 – Atividade 4
106	FIGURA 23 – Atividade 4 (Continuação)
110	FIGURA 24 – Atividade 5
111	FIGURA 25 – Atividade 5 (Continuação)
113	FIGURA 26 – Dicionário de Genetiquês da atividade 5
135	FIGURA 27 – Atividade 6
139	FIGURA 28 – Atividade 6 (Continuação)
144	FIGURA 29 – Atividade 6 (Continuação)
147	FIGURA 30 – Atividade 7
149	FIGURA 31 – Atividade 8
150	FIGURA 32 – Dicionário de Genetiquês da atividade 8

LISTA DE QUADROS

- 76 QUADRO 1 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 1
- 83 QUADRO 2 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 2
- 90 QUADRO 3 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 3
- 104 QUADRO 4 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 4
- 111 QUADRO 5 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 5
- 133 QUADRO 6 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 6
- 148 QUADRO 7 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 7
- 150 QUADRO 8 – Adequação aos referenciais curriculares da atividade 8
- 157 QUADRO 9 – Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre o que é genética
- 158 QUADRO 10 – Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre onde as informações genéticas são armazenadas
- 160 QUADRO 11 – Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre como as informações genéticas são transmitidas
- 162 QUADRO 12 – Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre as funções do DNA

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABE - Associação Brasileira de Educadores

APEC - Ação e Pesquisa em Educação em Ciências

CBC - Conteúdos Básicos Comuns - Proposta Curricular do Estado de Minas Gerais

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

EUA - Estados Unidos da América

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MEC - Ministério da Educação e Cultura

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCR- Reação em Cadeia da Polimerase

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

RNA - Ácido Ribonucleico

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

PRÓLOGO

Desde o estabelecimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), o ensino de ciências se propõe a não somente introduzir conceitos científicos, mas também contemplar os aspectos procedimentais e atitudinais envolvidos no conhecimento científico, por meio da “discussão dos valores do próprio conteúdo” (CARVALHO, 2004, p. 3).

Dentre os conteúdos propostos pelo currículo nacional, encontramos a genética, com seus conteúdos sobre genes, DNA, hereditariedade, evolução, seleção e tantos outros necessários à compreensão sobre de onde viemos e como nos constituímos. Justina e Rippel (2003) defendem a importância do estudo desses conteúdos por meio da sua problematização e aplicação na vida cotidiana dos alunos, para que se promova o entendimento dos mecanismos genéticos, o que pode gerar uma maior significação desses conceitos para os alunos.

No entanto, o estudo das teorias e conceitos científicos no ensino de ciências, com destaque para aqueles relacionados à genética, pode ser, para os alunos, de difícil compreensão, devido à sua “complexidade e alto nível de abstração” (BRASIL, 1998, p. 26). Isso ocorre, muitas vezes, pelo fato de seu entendimento não estar diretamente vinculado ao cotidiano dos alunos. Assim, a transmissão direta de conteúdos não deve surtir grandes efeitos na construção desses conhecimentos (BRASIL, 1998).

A fim de minimizar as dificuldades no ensino e aprendizagem dos conceitos científicos, promovendo uma maior significação deles, os PCN de Ciências Naturais apontam como um dos objetivos do ensino de ciências a utilização de diversas linguagens em sala de aula. Dentre as linguagens citadas no documento, podemos destacar: “verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal”. O desenvolvimento dessas linguagens é de grande importância para que os alunos tenham a oportunidade de “produzir, expressar e comunicar suas ideias, interpretar e usufruir das produções culturais, em contextos públicos e privados, atendendo a diferentes intenções e situações de comunicação” (BRASIL, 1998, p. 8).

No âmbito das linguagens verbal, gráfica e plástica, podemos incluir o gênero textual história em quadrinhos. Esse gênero se configura como uma arte sequencial, assim como o cinema, em que a mensagem (linguagem verbal) é veiculada por meio de textos e imagens ou somente imagens (linguagens gráfica e plástica) (FEIJÓ, 1997).

Dionisio, Bezerra e Machado (2002) afirmam que, apesar de a leitura de quadrinhos ser preferência entre jovens brasileiros, não é comum a valorização desse gênero em sala de aula. Talvez pelo fato de os professores considerarem que as imagens e os textos curtos e simples simplificam a leitura, ou até mesmo que o gênero possui qualidade textual duvidosa. Para esses autores, a associação de imagens com a narrativa quadrinística pode ser um poderoso recurso didático, com potencial de tornar conteúdos complexos mais acessíveis aos alunos, o que nos mostra que a utilização desse gênero pode ser um recurso auxiliar no aprendizado dos ditos conceitos abstratos.

Nesse contexto, neste livro, que parte de um estudo mais amplo desenvolvido durante meu mestrado sobre o uso de quadrinhos no ensino de genética, busco propor uma reflexão, apoiada nos referenciais teóricos e dados coletados, e inspirar os leitores sobre como a dinâmica das aulas de ciências, auxiliada pela utilização do gênero textual história em quadrinhos, pode influenciar a construção de conceitos científicos sobre genética pelos alunos.

A proposta deste livro surgiu da observação, em minha prática pedagógica, das dificuldades no ensino e na aprendizagem dos conceitos sobre genética. Podemos atribuir essas dificuldades à natureza do conteúdo, mas também à utilização de formas tradicionais de ensino, que, na maioria dos casos, se propõe a somente transmitir o conhecimento de forma não contextualizada ou não atraente, aumentando o abismo entre os alunos e os conceitos abstratos das ciências.

Não é difícil observar que essa transmissão de conhecimentos não tem promovido uma construção de conceitos científicos que possibilite a sua utilização no cotidiano dos alunos, e, ainda, que a utilização do

gênero textual história em quadrinhos pode ser uma alternativa à introdução desses conceitos.

Esperamos que este livro possa contribuir para a reflexão sobre os métodos de ensino e os materiais utilizados nas aulas de ciências e biologia. Que essa reflexão possa ser frutífera e interfira nas concepções de como lecionamos ciências.

PREFÁCIO

Temas relacionados à genética estão presentes em nosso cotidiano em diversas situações, seja para descrever características físicas, compreender a origem de alguma doença, ou, ainda, conhecer ou debater sobre o desenvolvimento e utilização de tecnologias da área. Estar inserido em debates dessa natureza requer uma compreensão mínima de alguns conceitos, que geralmente são introduzidos na educação básica, já no ensino fundamental II.

Devido à abstração e complexidade de determinados conceitos de genética, muitos estudantes possuem dificuldade em compreendê-los e utilizá-los em contextos variados. Os professores, por sua vez, ainda que se empenhem em introduzir esses conceitos, em alguns momentos acabam tendo dificuldades, pois, geralmente, o ensino de temas de genética é baseado na transmissão de conceitos desconectada de situações, exemplos e narrativas concretas, condizentes com o interesse dos estudantes.

Esta obra apresenta, em seus cinco capítulos, o processo de construção do objeto de pesquisa da autora em seu mestrado, o *Almanaque de Ciências da Professora Genna*, fruto da sua experiência e reflexão docente, somadas a uma pesquisa consolidada acerca do ensino de genética e do uso de histórias em quadrinho em sala de aula.

Como professora de ciências e biologia na educação básica e entusiasta do desenvolvimento e utilização de estratégias e recursos pedagógicos diversos, concordo que o uso de diferentes linguagens, como as presentes nas histórias em quadrinhos, pode contribuir para que os estudantes construam conceitos. Percebo, assim como a autora, que esse gênero textual, por já fazer parte do repertório de leitura de muitos estudantes, é agradável, o que pode permitir a aproximação e interesse deles em relação a temas e conceitos de complexidades diversas.

Entendendo que a experiência docente da autora dialoga também com a demanda de outros tantos professores da educação básica, acredito

que este livro possa contribuir para a reflexão sobre as estratégias de ensino e ao recursos utilizados nas aulas de ciências e biologia, interferindo, ainda, nas concepções de como lecionamos.

Janaína Ferreira Hudson Borges

APRESENTAÇÃO

Leitora de quadrinhos desde a infância, sempre utilizei exemplares de histórias em quadrinhos em atividades com meus alunos, como em ocasiões em que solicitava a leitura e a elaboração de quadrinhos sobre conteúdos como, por exemplo, o uso da água, no 6º ano do ensino fundamental II. Na minha prática profissional, pude observar o interesse e a motivação que o uso desse gênero despertava em meus alunos e como facilitava sua compreensão sobre os conteúdos trabalhados.

A oportunidade de pesquisar sobre os potenciais pedagógicos do gênero história em quadrinhos durante minha pesquisa de mestrado deu origem a este livro, onde pude explorar a forma como esse gênero pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conteúdos complexos como a genética.

Nesta obra, os leitores poderão conhecer o material que desenvolvi junto ao meu orientador, professor Marco Antonio Melo Franco, à professora Marília Carla de Mello Gaia e à designer Barbara Damasceno: o *Almanaque de Ciências da Professora Genna*, um roteiro de atividades contendo sugestões de leituras de quadrinhos que foi usado como instrumento de inserção desse gênero nas aulas de ciências. Os leitores poderão conhecer também os resultados positivos alcançados pelo uso desse material e as reflexões sobre o trabalho com esse gênero.

O estudo está organizado em quatro capítulos. No primeiro, apresentamos os referenciais que embasam nossas reflexões teóricas. Por meio dos trabalhos de autores como Bugallo (1995), Justina e Ripel (2003), Loreto e Sepel (2003), Cid e Neto (2005), Scheid e Ferrari (2006) e Barni (2010), buscamos refletir sobre a importância e as dificuldades inerentes ao processo de ensino e aprendizagem de genética no ensino fundamental II. Posteriormente, no mesmo capítulo, apresentamos uma discussão sobre as perspectivas atuais acerca de ensino de ciências, utilizando como referência a perspectiva sociocultural proposta por Vygotsky (2005). Para finalizar o capítulo, buscamos refletir sobre o que seja o gênero quadri-

nhos e sua influência no processo de ensino, apoiados em autores como Schnewly e Dolz (1999), Marcuschi (2002), Mendonça (2002), Ramos, (2006), Rama e Vergueiro (2009), Santos (2010), Brait e Pistori (2012) e Barbosa e Campos (2012).

No segundo capítulo, descrevemos o percurso metodológico construído ao longo da investigação. Situamos o tipo de abordagem que adotamos, bem como os instrumentos utilizados. Descrevemos, também, a confecção do material didático, o *Almanaque de Ciências da Professora Genna*. Além disso, apresentamos o percurso de coleta de dados e, por fim, a organização da análise dos dados coletados.

No terceiro capítulo, tratamos de descrever e apresentar os textos, o conteúdo e as questões de cada atividade apresentada no *Almanaque de Ciências da Professora Genna*. Para cada atividade, apresentamos também os Eixos Curriculares propostos pelos PCN e CBC, a fim de demonstrar os conteúdos conceituais abordados em cada atividade. Em seguida, apresentamos uma discussão sobre o processo de desenvolvimento das atividades em sala de aula, evidenciando como a professora conduziu a sequência didática, as intervenções realizadas por mim, como pesquisadora, em conformidade com o objeto de investigação, e o envolvimento dos alunos com seus pares e com o material didático. Na sequência, analisamos as respostas dos alunos às atividades, apontando os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais desenvolvidos.

No quarto capítulo, discutimos os resultados coletados por meio do pré-teste e do pós-teste, buscando investigar se e como foram alteradas as concepções iniciais dos alunos sobre o conteúdo de genética e o interesse pelo gênero textual história em quadrinhos após a utilização do *Almanaque de Ciências da Professora Genna*.

Nas considerações finais, retomamos o objeto de investigação, bem como os fundamentos teóricos da pesquisa, para discutir possíveis impressões e conclusões acerca das observações e das análises dos dados coletados.

CAPÍTULO 1

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA E O USO DE QUADRINHOS EM SALA DE AULA

1.1 A necessária aprendizagem sobre genética no ensino fundamental

Desde o final do século XIX, muitos avanços podem ser observados nas pesquisas sobre DNA e genética humana. No ano de 1842, Karl Wilhelm von Nägeli publica os primeiros estudos sobre a estrutura que hoje nominamos cromossomos. Em 1865, seis meses antes da publicação dos estudos de Gregor Mendel, Charles Darwin publica seu estudo denominado *A Origem das Espécies*, apontando para a instabilidade da teoria do criacionismo e motivando uma série de estudos para se conhecer a origem das características dos seres vivos. No mesmo ano, são publicados os resultados do estudo do monge agostiniano Gregor Mendel sobre os cruzamentos genéticos a partir da observação da reprodução de ervilhas. Seus estudos não tiveram uma grande repercussão na época, ganhando destaque somente anos mais tarde. Em 1892, é publicada uma descrição detalhada sobre o comportamento dos cromossomos, realizada por Walther Flemming, reforçando as observações anteriores de Karl Wilhelm von Nägeli (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

No ano de 1900, a redescoberta dos trabalhos de Gregor Mendel sobre herança genética por Karl Correns, Erich Tschermak e Hugo de Vries, impulsionam grandes projetos de pesquisa e a construção de novos conhecimentos e tecnologias. Esses pesquisadores estabelecem oficialmente as Leis de Mendel, a partir dos dados das pesquisas do monge (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

Em 1910, estudos realizados por Thomas Hunt Morgan com moscas do gênero *Drosophila* comprovam que os cromossomos são os portadores dos genes. Seus resultados impulsionam uma série de pesquisas e avanços científicos, no sentido da compreensão sobre a composição dos cromossomos, mapas gênicos, além das mutações.

Em 1928, Frederick Griffith, a partir de seus estudos com bactérias causadoras da pneumonia, descobre a molécula envolvida na transmissão de características hereditárias que hoje conhecemos como DNA. Em continuidade com esse trabalho, em 1941, Oswald Theodore Avery, Colin McLeod e Maclyn McCarty realizam o isolamento da molécula de DNA, em um estudo a partir do qual essa molécula é considerada como o material genético presente nos seres vivos. Em 1950, Erwin Chargaff demonstra, experimentalmente, que a molécula de DNA é composta por quatro nucleotídeos e que eles estão presentes na molécula em proporções estáveis (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

No mesmo ano de 1950, a pesquisadora Barbara McClintock demonstra que os genes são capazes de alterar suas posições em um cromossomo, introduzindo o conceito de transposon. Essa descoberta foi de grande importância para o estudo da genética, uma vez que grande parte das descobertas sobre a função dos genes só seria possível com o uso do conceito de transposons.

Dois anos mais tarde, Alfred Hershey e Martha Chase confirmam experimentalmente a tese de que as características genéticas dos seres vivos são fruto da molécula de DNA. Em 1953, James D. Watson e Francis Crick, baseados nos resultados da pesquisa de Oswald Theodore Avery, Colin McLeod e Maclyn McCarty (1941) e em uma minuciosa observação de uma imagem da molécula de DNA obtida por Rosalind Franklin, através da técnica de difração de Raio-X, concluem que o DNA é composto por uma fita dupla em espiral (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

Em 1956, Joe Hin Tjio e Albert Levan apontam, precisamente, que o número de cromossomos em uma célula humana diploide é 46 e que as haploides possuem 23. Dois anos mais tarde, Mathew Meselson e Franklin Stahl demonstram que o DNA realiza uma replicação semicon-

servativa, isto é, que as fitas de DNA se separam e delas são sintetizadas duas novas fitas, conservando uma fita original nas duas novas duplas hélices. No ano de 1964, Howard Temin demonstra que alguns seres vivos não possuem DNA, e sim uma diferente molécula contendo as informações genéticas denominada RNA (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

A década de 1970 foi um grande marco nos estudos sobre genética. Nesse período, Werner Arber, Daniel Nathans e Hamilton Smith descrevem as enzimas de restrição, em uma descoberta de grande importância para o estudo dos genes, que, a partir de então poderiam ser clonados. No ano de 1977, Fred Sanger, Walter Gilbert e Alan Maxam realizam o primeiro sequenciamento de DNA (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

No ano de 1983, Kary Banks Mullis desenvolve a técnica denominada PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), capaz de gerar milhares de cópias de um fragmento de DNA. Essa técnica é uma das mais utilizadas em laboratórios de Biologia Molecular em todo o mundo e é de grande importância para estudos moleculares simples, análises forenses e identificação de paternidade. Em 1989, Francis Collins e Lap-Chee Tsui realizam o primeiro sequenciamento completo de um gene humano. Esse gene, quando mutado (modificado), é responsável por uma doença de alta incidência em todo o mundo, letal, se não tratada, chamada fibrose cística (COLÉGIO PETRÓPOLIS, 2007).

Mais recentemente, assistimos à finalização do Projeto Genoma Humano, concluído em 2003, que mapeou todos os genes humanos. Os resultados desse projeto, de extrema importância para pesquisas em saúde e desenvolvimento de novas tecnologias, atraiu a atenção de milhões de pessoas, leigas e especialistas no tema (BARNI, 2010).

Todos esses avanços tornaram a genética conhecida por muitas pessoas, e o interesse e a curiosidade sobre essa ciência foi crescendo à medida que os avanços científicos ocorriam. Porém, toda essa curiosidade não significou um domínio dos conhecimentos científicos envolvidos com a temática, uma vez que muito do que foi e continua sendo noticiado não condiz com a realidade, ou mesmo com o que é cientificamente aceito. Diante disso, surge a necessidade de se preparar os cidadãos para

que, de posse dos conhecimentos científicos, possam compreender e opinar sobre o que é divulgado pela mídia (BARNI, 2010).

Para Justina e Ripel (2003), entender os mecanismos genéticos se torna necessário frente aos avanços científicos, para a não marginalização de cidadãos que não compreendem e não fazem uso dos conhecimentos acerca desse avanço. Essa marginalização torna vulneráveis grupos que, alheios ao conhecimento científico, ficam à mercê de falsas propagandas e argumentos parciais de pequenos grupos, detentores do conhecimento científico que podem facilmente manipular os interesses e posições dos outros.

Exemplos de como os conhecimentos sobre genética são importantes para o exercício da cidadania são apontados pelas autoras:

Um deles é a compreensão das doenças hereditárias; outro é o conhecimento das razões para os agricultores terem cautela no cultivo de plantas modificadas geneticamente. Pesquisas para verificar as implicações dos produtos transgênicos ainda estão em andamento. O consumidor deve decidir, com base em conhecimentos cientificamente válidos, pelo consumo, ou não, desses produtos (JUSTINA e RIPEL, 2003, p.2).

Esses exemplos mostram como o conhecimento científico impacta diretamente na vida do cidadão e apontam para a necessidade de se compreender os conceitos de genética básica e aplicada, para que não haja rejeição e/ou ignorância sobre as novas tecnologias (JUSTINA e RIPEL, 2003).

Os conhecimentos sobre a composição, transmissão e expressão gênica podem proporcionar, ainda, bases para a compreensão das características genéticas humanas. Esse conhecimento pode ser importante para o estabelecimento do respeito e da compreensão de suas próprias características e das dos outros seres vivos, e é base para o abandono de preconceitos como os raciais, étnicos e sexuais, uma vez que o cidadão compreende que todos nós, seres humanos, possuímos as mesmas bases genéticas (BUGALLO, 1995; BARNI, 2010).

A genética é uma ciência ampla e em constante evolução, devido aos avanços científicos e tecnológicos. Ela não é uma disciplina isolada e sua compreensão está ligada ao entendimento de várias outras áreas da biologia, tais como os fenômenos ligados à evolução, à fisiologia, aos mecanismos de algumas doenças e a temas em grande discussão na atualidade, como a preservação da biodiversidade e a biotecnologia (JUSTINA e RIPEL, 2003). A compreensão da genética proporciona, assim, uma base conceitual para o entendimento da evolução e, portanto, da compreensão da vida (BUGALLO, 1995; CID e NETO, 2005).

Justina e Ripel (2003) afirmam que a base desses conhecimentos deveria ser oferecida pela escola, uma vez que, nela, o aluno adquire uma nova forma de ver o mundo por meio do conhecimento científico e pode compreender e atuar de forma consciente e crítica sobre os assuntos de natureza científica que estão diretamente ligados ao seu cotidiano.

Loreto e Sepel (2003) compartilham da visão de Justina e Ripel (2003) e acrescentam que a maior fonte de informação que os alunos possuem ainda são os veículos de comunicação, que, na maioria das vezes, não veicula a totalidade das informações necessárias aos expectadores para que eles possam tomar decisões sobre as novas tecnologias envolvidas com a manipulação de DNA. Assim, a escola se torna o local mais adequado para o desenvolvimento dos conhecimentos que serão úteis para a tomada de decisões de maneira sistematizada e formal.

Porém, a inclusão do ensino de genética nos currículos de ciências do ensino fundamental foi amplamente discutida por pesquisadores que possuíam opiniões diferentes sobre o tema, discussão essa que perpetua até os dias atuais. Com a introdução do ensino de ciências no curso ginásial, ocorrida na década de 1960, países como Grã-Bretanha e EUA incluíram o ensino de evolução e hereditariedade para alunos no antigo ensino ginásial. Essa inclusão trouxe à tona a discussão sobre a introdução do ensino de genética no ensino fundamental (BUGALLO, 1995).

O ensino de genética no ensino fundamental é defendido por Bugallo (1995), a partir da teoria de que o aluno desse segmento de ensino

já desenvolve o pensamento concreto e operacional, assim como apontado nos PCN. Para o autor, a inclusão de práticas escolares que se valem de estratégias que relacionam conceitos genéticos e situações práticas do cotidiano são essenciais para a introdução desses conceitos aos alunos mais jovens. Atualmente, os PCN propõem a sua inclusão nos anos finais do ensino fundamental, porém, muitas escolas e até mesmo alguns materiais didáticos ainda não se adequaram às orientações e, frente às dificuldades de se trabalhar o tema, relegam essa tarefa ao ensino médio ou ao ensino superior.

A compreensão dos conceitos envolvidos com a genética não é uma tarefa simples, e a preocupação com a sua prática é tema recorrente em cursos de formação de professores, eventos e pesquisas sobre ensino e aprendizagem. Professores de cursos de formação continuada em ensino de biologia apontam como uma grande necessidade o desenvolvimento de pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de genética, devido à sua importância social, econômica e às dificuldades inerentes à sua prática (SCHEID e FERRARI, 2006).

As dificuldades apontadas por Bugallo (1995) sobre o ensino de genética no ensino fundamental ao final dos anos de 1980 e início dos anos de 1990 estavam condicionadas ao uso e à compreensão de termos científicos tais como genes e alelos – que são apresentados em muitos livros didáticos de forma incorreta e ambígua –, à falta de relação entre os conceitos, à dificuldade na resolução de problemas que incluem cálculos matemáticos, e, por fim, o autor aponta a dificuldade em se realizar trabalhos práticos que demandam muito tempo ou materiais de difícil acesso. Para o autor, dentre algumas das formas de se minimizar as dificuldades inerentes ao ensino e aprendizagem de genética, é essencial que haja a valorização das ideias que esses alunos trazem para a escola sobre o tema, o aumento do tempo dedicado ao seu estudo e uma mudança na forma como esses conceitos são trabalhados na escola (BUGALLO, 1995).

Essas dificuldades e propostas de solução apontadas há 20 anos ainda são uma preocupação de estudos atuais, como as de Loreto e Sepel

(2003), Justina e Ripel (2003), Cid e Neto (2005), Barni (2010), e Scheid e Ferrari (2006). Na pesquisa de Loreto e Sepel (2003) foram avaliados os conhecimentos que alunos do ensino médio têm sobre genética. Ao serem questionados sobre o que é DNA, a maioria dos alunos associou o termo a temas como teste de paternidade e exames de detecção de doenças. Esse dado foi apontado pelos autores como reflexo de um ensino que não vem promovendo uma efetiva apropriação do conceito de DNA e suas aplicações.

Outros dados apresentados por Loreto e Sepel (2003) apontam a relevância da deficiência conceitual apresentada pelos alunos. Ao serem questionados se consumiriam um alimento que apresentasse em seu rótulo a expressão “contém DNA”, a maioria dos alunos respondeu que não comeria ou que não saberiam se comeriam, ignorando o fato de que basicamente todos os alimentos têm origem em seres vivos, e, portanto, contém DNA. Esses dados demonstram o quanto a falta de informação sobre tal temática impacta na forma como os alunos se relacionam com as tecnologias genéticas (LORETO e SEPEL, 2003).

Os autores sinalizam que a velocidade com que os conhecimentos são produzidos dificulta o trabalho dos professores e que deficiências na formação desses profissionais favorecem o não domínio do conteúdo e, por consequência, uma falha no ensino da temática. Outros fatores inerentes ao conteúdo são apontados pelos autores como dificultadores do ensino e aprendizagem de genética, como a natureza abstrata dos conhecimentos da área, o ensino estritamente livresco, o excesso de aulas expositivas e a ausência de metodologias ativas de ensino (LORETO e SEPEL, 2003).

De acordo com Cid e Neto (2005) uma das dificuldades de se aprender genética está diretamente relacionada à natureza desse conhecimento, ou seja, ao fato de que seus conceitos escapam ao acesso sensorial direto, ao cotidiano dos alunos. Outro fator importante apontado pelos autores se deve ao fato de que os alunos trazem para a sala de aula conhecimentos distorcidos, fora da realidade, sobre a natureza do conhecimento científico, dificultando a aprendizagem da temática.

A compreensão da terminologia científica é outro problema no ensino de genética apontado por Scheid e Ferrari (2006). Para os autores, os alunos não compreendem bem a terminologia científica e confundem diferentes conceitos, configurando um “pseudossaber” sobre o tema. Ademais, a utilização de práticas como a memorização e o ensino descontextualizado não favorecem a construção dos conhecimentos necessários à compreensão da genética.

Barni (2010) argumenta que a compreensão de conceitos como material genético, herança, interações e alterações no material genético são temáticas essenciais, porém difíceis, devido à grande abstração e à necessidade de compreensão de outros conceitos científicos relacionados. O autor aponta, ainda, que esses conceitos básicos não são bem compreendidos pelos estudantes, o que dificulta a compreensão de outros ainda mais complexos, tornando a aprendizagem sobre genética uma árdua tarefa.

O resultado do trabalho de Barni (2010) aponta que muitos alunos mencionam que aprender genética é uma tarefa difícil, sob a justificativa de que as aulas são pouco dinâmicas, cansativas e que o professor usa somente o livro didático. Na visão dos alunos, essas práticas não favorecem a relação conceitual necessária ao entendimento da genética. Para a autora, os livros didáticos não têm se apresentado adequados para tratar da ampla relação tecnológica que está envolvida com o entendimento dos conceitos sobre genética. Os alunos apenas repetem o que leem nos livros didáticos – que muitas vezes apresentam erros conceituais –, mas não conseguem estabelecer as relações necessárias entre os conceitos para que possam efetivamente aprender sobre genética.

Tais leituras indicam que uma mudança na forma como a genética é tratada por alunos e professores – como uma temática de difícil compreensão e distante da vida cotidiana –, possivelmente passa por mudanças nas práticas em sala de aula. Atitudes como a discussão sobre quais e como os conteúdos devem ser trabalhados na escola em cursos de formação inicial e continuada de professores; propostas de metodologias em que o aluno seja mais ativo na construção do conhecimento;

realização de atividades experimentais; utilização de recursos interativos como modelos, simulações e dramatizações; uso de ferramentas computacionais, são apontadas por Loreto e Sepel (2003) como algumas das alternativas que poderiam tornar as aulas mais interessantes e significativas, despertando o interesse dos alunos sobre a temática. Justina e Ripel (2003) concordam com Loreto e Sepel (2003), e apontam como uma das necessidades do ensino de genética a atualização de professores da educação básica no que diz respeito aos conhecimentos recentes sobre os avanços das tecnologias, para que esses possam ser apresentados aos alunos.

Para Barni (2010), o papel do professor nesse processo está em relacionar os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de que eles possam tecer uma rede de conceitos essenciais à compreensão dos mecanismos genéticos. Essa tessitura deve ser acompanhada de estratégias e situações de aprendizagem que auxiliem o aluno em sua construção. Como conclusão do trabalho, a autora aponta a necessidade de que sejam buscadas formas alternativas, mais atrativas para o ensino de genética, que mobilizem os estudantes.

Diante do exposto, fica claro que o ensino e a aprendizagem de genética no ensino fundamental tem sido uma tarefa difícil para professores e alunos; sendo, no entanto, essencial, para que esses possam compreender uma série de fenômenos naturais e tecnológicos. De fato, a natureza complexa e abstrata do conteúdo é imutável, porém, a forma como professores e alunos se relacionam com esses conhecimentos pode ser modificada por meio de práticas pedagógicas que favoreçam uma relação mais ativa dos alunos. Nessa relação se inclui a introdução de novas formas de acesso ao conhecimento que não somente o livro didático, tal como proposto neste livro com a inclusão do gênero textual história em quadrinhos.

1.2 A teoria sociocultural como norteadora dos processos de ensino de ciências

Tomaremos a teoria sociocultural proposta por Vygotsky (1896-1934) como base teórica para a análise da construção dos conceitos nas aulas de genética descritas neste livro. Essa teoria propõe que a aprendizagem se dá pela relação entre o sujeito e o mundo por meio da linguagem. A partir dessa premissa, analisamos como os alunos se relacionam entre si e com as histórias em quadrinhos na construção de conceitos sobre genética sob a mediação da professora.

Os trabalhos de Vygotsky apresentam um vasto estudo sobre o desenvolvimento cognitivo humano. Para o autor, esse desenvolvimento está não somente ligado à maturidade biológica, mas também ao aprendizado que o sujeito adquire ao longo de sua vida (OLIVEIRA, 1993). Nesse sentido, a aprendizagem é que desperta certas habilidades do ser humano, e é no ambiente cultural que ela ocorre. Como exemplo dessa premissa, Oliveira (1993, p. 53) afirma:

Podemos pensar, por exemplo, num indivíduo que vive num grupo cultural isolado que não dispõe de um sistema de escrita. Se continuar isolado nesse meio cultural que desconhece a escrita, esse indivíduo jamais será alfabetizado. Isto é, só o processo de aprendizado da leitura e da escrita (desencadeado num determinado ambiente sociocultural, onde isso seja possível) é que poderia despertar os processos de desenvolvimento internos do indivíduo, que permitam a aquisição da leitura e da escrita. Confirmando o mesmo fenômeno, podemos supor que, se esse indivíduo, por alguma razão, deixasse seu grupo de origem e passasse a viver num ambiente letrado, poderia ser submetido a um processo de alfabetização e seu desenvolvimento seria alterado.

Pensando na questão do aprendizado de conceitos científicos sob a ótica de Vygotsky, a aprendizagem dos alunos se daria somente em um

ambiente onde a cultura científica é praticada e ensinada. Nesse cenário se inserem a escola e a sala de aula, ambientes nos quais ocorrem situações próprias a esse aprendizado, onde indivíduos da mesma espécie, alunos e professores, se relacionam, e o fazem com ferramentas culturais como textos, modelos e experimentos, na construção de conhecimentos que dificilmente seriam construídos em outras situações.

A teoria de Vygotsky aponta para o caráter social, histórico e coletivo da formação de estruturas mentais superiores, realçando a atividade do sujeito na articulação com o meio externo para a construção interna, ou internalização (VYGOTSKY, 2005). A escolarização se torna, sob essa visão, um meio formal no qual as relações sociais e históricas são organizadas e o sujeito está apto construir conceitos, no caso, os científicos, podendo ser por meio das atividades escolares que o sujeito se relaciona com o meio e seus pares a fim de promover essa construção. O professor se insere nessa construção como um mediador, que organiza os conhecimentos, oferece e incentiva a busca por fontes de informação. Por meio da proposição de atividades, o professor tem a oportunidade de proporcionar ao aluno a organização formal dos conhecimentos sociais e culturais (LIBÂNEO, 2004).

A partir dessa reflexão, podemos ressaltar que as atividades em sala de aula e a ação do professor possuem grande importância para o aprendizado de conceitos científicos na perspectiva da teoria sociocultural. Muitas práticas pedagógicas baseiam-se na concepção de que os conceitos científicos “não têm história interna”, são verdades absolutas, prontas e não passíveis de questionamentos. Sob essa visão, muitas práticas pedagógicas se valem de métodos de memorização e não de compreensão (VYGOTSKY, 2005). Esse fato já foi apontado anteriormente neste trabalho, quando falamos sobre as práticas usuais no ensino de genética, nas quais ainda prevalece a memorização (BUGALLO, 1995; LORETO E SEPEL, 2003; SCHEID e FERRARI, 2006; BARNI, 2010) e que se constituem como um grande dificultador da aprendizagem de conceitos científicos como os relacionados à genética.

Para Vygotsky (2005), a formação de conceitos é uma tarefa bem mais ampla do que a formação de ligações na memória, mais que um “hábito mental”, uma complexa e genuína forma de pensamento, que não pode ser construída a partir de práticas enfadonhas e repetitivas. Nas palavras do autor:

A experiência prática mostra, também, que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta. Um professor que tenta conseguir isto, habitualmente não consegue, da criança, mais do que um verbalismo vazio, um psitacismo, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade só encobre um vácuo (VYGOTSKY, 2005, p.84).

Driver *et. al.* (1999) compartilham da teoria de Vygotsky sobre a importância da interação com os pares e com os aspectos culturais externos ao sujeito no desenvolvimento cognitivo. Esses autores ressaltam a importância da introdução dos sujeitos ao mundo simbólico e às ferramentas culturais da ciência. Para eles, a introdução à cultura científica deve envolver uma relação dialógica, na qual os sujeitos se “engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns”, sob a condução de um membro experiente nessa cultura. No caso da sala de aula de ciências, essa condução é realizada pelo professor, com o auxílio dos instrumentos culturais disponíveis.

Aprender ciências envolve conhecer os conceitos e modelos da ciência e não somente ter acesso às experiências físicas. A dificuldade inerente a esse processo está em como o professor pode auxiliar os alunos na apropriação desses modelos para que esses possam reconhecê-los e aplicá-los, ou seja, como introduzi-los à cultura científica.

Se ensinar é levar os estudantes às ideias convencionais da ciência, então a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas, como para disponibilizar para os alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica. O desafio é como alcançar com êxito esse processo de enculturação

na rotina da sala de aula comum. Além disso, os desafios são especialmente importantes quando a perspectiva científica que o professor está apresentando é conflitante com os esquemas de conhecimento prévio dos alunos (DRIVER *et al.*, 1999, p. 34).

A enculturação científica na escola significa a imersão dos alunos na cultura da ciência, significa uma mudança na visão do aprendiz na forma de ver e de se relacionar com o mundo natural e com as práticas da comunidade científica. A promoção da enculturação científica em sala de aula, para Driver *et al.* (1999, p. 36), é um processo pessoal de construção de significados, a partir de experiências sociais como a introdução aos “conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica.” Essa introdução implica em uma apropriação de um novo discurso, o discurso científico, porém, essa nova introdução não significa um abandono do raciocínio do discurso de senso comum, mas uma associação entre ambos na compreensão de significados.

Essa concepção sobre o uso do discurso de senso comum aliado ao discurso científico na construção do conhecimento científico é valorizada na teoria sociocultural proposta por Vygotsky. Para o autor, a compreensão dos conceitos científicos deve ter, para o sujeito, traços do seu pensamento espontâneo, uma vez que os não espontâneos não fazem parte da vida cotidiana deles e são construídos a partir de um esforço intelectual. As duas categorias de conceitos se relacionam na medida em que um influencia na compreensão do outro, portanto, nenhum dos dois deve ser desconsiderado na formação de um novo conceito (VYGOTSKY, 2005).

Nas palavras de Vygotsky (2005, p. 86), os conceitos científicos e cotidianos

Fazem parte de um único processo: o desenvolvimento da gênese do conceito, que é afetado por condições externas e internas variáveis, mas é essencialmente um processo unitário e não um conflito de formas de inteligência antagônicas e mutuamente exclusivas. A instrução é uma das

principais fontes dos conceitos da criança em idade escolar; é, também, uma poderosa força de orientação da sua evolução, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental.

Aprender sobre a ciência e seu modo de ver e se relacionar com o mundo natural torna-se difícil para o aluno quando as representações que a escola oferece sobre o mundo científico são distantes daquelas que o aluno já tem. Assim, acreditamos ser conveniente a utilização de práticas nas quais o professor realize uma mediação entre os conhecimentos de senso comum e os científicos por meio do diálogo e da socialização, para que os alunos possam compreender e dar sentido às próprias ideias. Através dessa perspectiva dialógica, que leva em consideração as relações sociais na apropriação da cultura científica, o aluno aprende de forma ativa e as chances de sucesso na aprendizagem dos conceitos científicos tornam-se maiores. O desafio está em criar um ambiente em sala de aula onde esse processo seja real, onde o professor possa fazer uma mediação entre o mundo científico e o mundo do aluno, desenvolvendo, ainda, uma postura crítica e reflexiva sobre a cultura científica por meio de tarefas relevantes (DRIVER *et al.*, 1999).

Os alunos e professores praticam diversos discursos em seu cotidiano e em sala de aula, não somente o discurso científico. Esses discursos se dão na vida social, acadêmica e profissional dessas pessoas, e a escola, no nosso caso, a sala de aula de ciências, não pode deixar de considerar essas diversas formas de comunicação na construção do conhecimento científico, como foi apontado anteriormente por Driver *et al.* (1999) e Vygotsky (2005).

Na próxima sessão discutiremos como a introdução de diferentes gêneros textuais na sala de aula de ciências, que não somente os gêneros escolarizados, como os presentes nos livros didáticos, pode ser uma aliada na construção de conceitos científicos complexos como os pertinentes ao ensino de genética.

1.3 Gêneros textuais como aliados no ensino de ciências

Os estudos sobre as concepções de gênero em linguística, em geral, são orientados pelos trabalhos desenvolvidos por Mikhail Bakhtin, a partir de 1920, e demais estudiosos do tema, membros do Círculo, como Medvedev, Pavel N. Nikolaevich, além de Valentin Nikilaevi-Volochinov, codinome utilizado por Bakhtin para fugir de perseguição política (BRAIT e PISTORI, 2012).

Os trabalhos de Bakhtin conceituam e descrevem os gêneros como enunciados “relativamente estáveis” que são construídos e se estabelecem nas atividades discursivas humanas. Textos com características linguísticas semelhantes se constituem em um gênero, e a sua construção é social, sendo, portanto, “fenômenos sócio-históricos e culturalmente sensíveis” (BAKHTIN, 1997 *apud* MARCUSCHI, 2002, p. 22). Podemos entender, então, que, para Bakhtin, os gêneros estão em constante transformação e dependem, necessariamente, dos fenômenos socioculturais para se estabelecerem, assim como o desenvolvimento do conhecimento científico e as relações de aprendizagem, como discutimos nos tópicos anteriores.

Dentre os trabalhos desenvolvidos pelos membros do Círculo, podemos citar o livro de Medvedev intitulado *O método formal dos estudos literários – uma introdução crítica a uma poética sociológica*, no qual o autor apresenta a estreita relação do estabelecimento dos gêneros com os fenômenos socioculturais. O autor evidencia que a concepção dos gêneros é apoiada na materialização da linguagem, em enunciados concretos, que vão articular a mensagem transmitida com a sua posição cultural e social (BRAIT e PISTORI, 2012).

Já no livro *Marxismo e filosofia da linguagem*, de Bakhtin, os gêneros são caracterizados como uma “articulação entre formas e temas de cada ato de fala e o atrelamento às condições e tipos de comunicação verbal”

(BRAIT e PISTORI, 2012, p. 373), apontando a relação entre o discurso e sua forma em um texto de acordo com sua intenção comunicativa.

Essas e outras obras desenvolvidas pelo Círculo acerca do conceito de gênero ressaltam a importância de se ver esse tema como uma relação entre o diálogo e a visão de mundo de quem escreve ou fala. A concepção de gênero leva em conta o momento histórico no qual ele se insere e a relação entre os gêneros com os quais se relaciona e se modifica (BRAIT e PISTORI, 2012).

Seguindo a visão do Círculo no estudo sobre gênero e sua articulação com as relações sociais humanas, Marcuschi (2002) separa a evolução desse conceito em três fases. A primeira fase, relativa ao surgimento dos primeiros gêneros, tem sua origem na linguagem oral. Nesse contexto, o ser humano não desenvolvia a linguagem escrita por símbolos gráficos, como letras e desenhos, sendo observadas poucas variações de gêneros. A necessidade comunicativa e as habilidades humanas ainda eram restritas para que a comunicação se fizesse através de diferentes formas ou diferentes gêneros.

Na segunda fase observa-se a presença da escrita por símbolos gráficos. Nela, ainda havia poucos gêneros, mas a sua noção inicial foi se desenvolvendo e tomando novas formas com o surgimento da escrita alfabética, o que possibilitou uma modificação na concepção até então existente sobre a comunicação. Se anteriormente a perspectiva da oralidade prevalecia, a escrita impõe um novo modelo. Temos, então, os gêneros podendo ser expressos e reconhecidos por meio da oralidade e dos símbolos gráficos.

A terceira fase da evolução do conceito de gênero inicia-se com o desenvolvimento das sociedades urbanizadas, onde a linguagem era desenvolvida por meio de diferentes tipos textuais, não somente a linguagem oral e simbólica. A natural necessidade de divulgar os conhecimentos constituídos nessa época fez florescer um grande número de novos gêneros, a fim de satisfazer também a constante necessidade dessas sociedades de se comunicarem. Temos instituída, aqui, então, a noção de que

os gêneros são oriundos e modificados pelas relações sociais humanas, sendo imprescindíveis para que a comunicação aconteça.

Além do trabalho de Marcuschi (2002), outros estudos sobre gênero, como os realizados por Rojo (2000), Santos (2010) e Almeida (2011), também seguem a linha Bakhtiniana. Para esses autores, um gênero é constituído pela função social de seus enunciados. Por isso a dificuldade em se definir em qual gênero determinado enunciado pode ser classificado, uma vez que estes se constituem, se diversificam e deixam de existir conforme as práticas comunicativas humanas evoluem.

No que se refere aos enunciados, ou seja, à parte ou o todo de um discurso oral ou escrito, Rojo (2000, p. 2) identifica os gêneros como “formas composicionais estabilizadas e historicamente cristalizadas de enunciados”, nos quais as dinâmicas históricas e sociais de enunciação se materializam. Almeida (2011) também chama a atenção para a questão da enunciação, quando diz que todo enunciado é materializado em um gênero.

Sob o aspecto da identificação de um gênero, Almeida (2011, p. 164) afirma que, ao se avaliar a qual gênero um determinado enunciado pertence, há de se levar em conta as “suas condições de produção, circulação e recepção”, uma vez que a alteração de uma dessas condições pode interferir na classificação do enunciado, podendo, ele, passar a pertencer a outro gênero.

Nesse sentido, a alteração da estrutura do texto, o público receptor ou até mesmo a alteração do meio de comunicação no qual a mensagem é veiculada pode gerar a criação de novos gêneros. Como exemplos da afirmativa da autora, podemos apontar o jornal impresso e o telejornal. Nesses casos, os dois gêneros possuem a mesma função: levar notícias aos interessados. Porém, pelo fato de serem veiculados em meios de comunicação diferentes, e, por consequência, apresentarem linguagens diferentes, segundo o ponto de vista da autora, devem ser classificados em gêneros diferentes.

Sobre as práticas comunicativas humanas, Rojo (2000) e Santos (2010) trazem a classificação de gêneros proposta por Bakhtin em pri-

mários e secundários. Os gêneros primários são aqueles que têm origem e circulam nas práticas comunicativas informais, íntimas, espontâneas e não seguem necessariamente um padrão linguístico. Como exemplo, Santos (2010, p. 25) cita: “diálogo cotidiano, conversas familiares, reuniões de amigos e até o bate-papo do *MSN*, *blog* e *e-mail* etc.”.

Já os gêneros secundários são aqueles que surgem nas práticas comunicativas mais formais, públicas, que em geral são mediadas ou que mediam produções escritas e seguem um padrão linguístico bem definido, como “assuntos literários, publicitários, científicos, artísticos, culturais, políticos etc., os quais podem ser exemplificados com palestras, monografias, teses científicas, romances, dramas, etc.” (SANTOS, 2010, p. 25).

Considerando os aspectos abordados, é possível pensar que a dinâmica humana e os gêneros caminham conjuntamente. Dizemos isso por entender que o ser humano é um ser social e, portanto, necessita se comunicar, compartilhar informações. Nesse caso, entendemos que a linguagem é uma das habilidades que o homem mais utiliza, e essa habilidade é constituinte e constitui, ao mesmo tempo, inúmeras formas de comunicações discursivas e textuais e, logo, inúmeros gêneros. Diante dessa perspectiva, cabe a nós, então, refletir sobre a escola no processo de construção e uso dos gêneros, uma vez que é na escola que os alunos aprendem a ler, a se comunicar de forma escrita e a desenvolver suas funções comunicativas mais elaboradas.

Os PCN orientam a introdução de diferentes gêneros textuais na escola (BRASIL, 1998). O documento preconiza a necessidade de se desenvolver a leitura, a escrita e a oralidade a partir de uma diversidade textual, tendo em vista que os alunos, cotidianamente, possuem contato com os mais diversos gêneros, que não somente aqueles normalmente praticados na escola. A escola, enquanto local de construção de conhecimento, torna-se essencial na imersão dos alunos em diferentes práticas de linguagem, sejam elas escolares e/ ou sociais (BARBOSA e CAMPOS, 2012).

Tomando o conceito de *megainstrumentos* proposto por Bernard Schneuwly, Rojo (2000, p. 3) defende que os gêneros “são instrumentos de mediação semiótica complexos”, com os quais os sujeitos se

relacionam na construção e internalização de conhecimentos. Assim, a sua utilização como instrumento pedagógico é indicada, como foi feito pelos PCN.

Rojo (2000) relaciona a teoria de aprendizagem sociocultural proposta por Vygotsky, que discutimos no tópico anterior, com os estudos sobre gêneros realizados por Bakhtin. A autora diz que a imersão do aluno nas práticas de linguagem, tanto na esfera social quanto na escola, é mediada pelos diversos gêneros, e a consequência dessa interação é a apropriação de diferentes linguagens. Essa dinâmica é oriunda do desenvolvimento humano e seria a responsável pela aprendizagem.

Schneuwly e Dolz (1999) também consideram os gêneros como instrumentos de ensino e aprendizagem, e não somente como instrumentos de comunicação. Para os autores, “é através dos gêneros que as práticas de linguagem encarnam-se nas atividades dos aprendizes.” A produção de gêneros orais e escritos promove o desenvolvimento da linguagem em sala de aula, o que pode ser considerado como “um suporte para a atividade nas situações de comunicação e uma referência para os aprendizes” (SCHNEUWLY e DOLZ, 1999, p. 6).

Sob essa perspectiva da escolarização dos gêneros, Santos (2010) afirma que a escola tem o importante compromisso de desenvolver a linguagem através dos gêneros textuais, para que os alunos façam uso dela dentro e fora da escola, uma vez que “não há como distanciar os gêneros textuais das práticas de linguagem, já que eles concretizam a interatividade entre os seres humanos” (SANTOS, 2010, p. 34).

Porém, como apontam Barbosa e Campos (2012), não é somente no ensino de línguas que o trabalho com gêneros deve ser apreciado, uma vez que a leitura instrumentaliza o aluno para a construção de conhecimentos em diversas áreas, como, no caso desta obra, no ensino de ciências. Para esses autores, os gêneros textuais se configuram como instrumentos de ensino, haja vista que aproximam os alunos de sua língua, ao mesmo tempo em que articulam diferentes conteúdos. No caso dessa articulação, no campo dos conhecimentos das Ciências Naturais, o trabalho com uma diversidade de gêneros pode contribuir para

que o aluno possa “compreender a linguagem da Ciência, seu método de produção e seus limites.” (BARBOSA e CAMPOS, 2012, p. 5). Se considerarmos que o ensino de ciências pressupõe o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e habilidades inerentes à compreensão e uso dos conhecimentos científicos, o acesso a diferentes gêneros pode fornecer ao aluno a possibilidade de estar em contato com diferentes linguagens e pontos de vista, podendo exercitar seu senso crítico à medida que desenvolve essas habilidades.

Schneuwly e Dolz (1999) criticam as práticas escolares que não fazem uso de gêneros externos à escola, mas presentes no cotidiano dos alunos. Os chamados gêneros escolares, aqueles que são referência nos manuais e práticas escolares, muitas vezes não fazem parte das relações discursivas que os alunos praticam no seu cotidiano, de modo que a utilização desses gêneros fica restrita ao meio escolar. Por outro lado, gêneros com os quais os alunos se deparam diariamente não têm lugar na escola.

Para os autores, há, ainda, outro agravante: o trabalho escolar com gêneros primeiramente se limita ao seu domínio linguístico, para que, posteriormente, os alunos possam produzi-los dentro e fora da escola. Em segundo plano, a escola promove capacidades que permitem aos alunos apreciar e se apropriar de outros gêneros próximos ou distantes; assim, a leitura como fonte de prazer e enculturação, dentro e fora da escola, não é objetivo da escolarização (SCHNEUWLY e DOLZ, 1999).

Santos (2010, p. 40) critica também a grande valorização do ensino dos gêneros sem a sua leitura crítica e reflexiva, ao ignorar “o papel dos indivíduos no uso e na construção de sentido” dos enunciados. A mera caracterização dos gêneros em sala de aula é criticada pelo autor, pois ela não promove a interatividade reflexiva do ensino da língua, que é vista somente como uma “simples expressão do pensamento”. Assim, é importante que as estratégias didáticas com o uso de diferentes gêneros não sejam modelos acabados e promovam uma interação real dos gêneros com os discurso que os alunos praticam.

Na busca pela mudança dessa visão reducionista do trabalho com gêneros, destacamos a importância do papel dos educadores na construção de estratégias didáticas que estimulem a criatividade por meio de “atividades comunicativas que tornem os estudantes capazes de reconhecer a esfera ou habitat linguístico” (SANTOS, 2010, p. 41), e que, assim, possam utilizar com propriedade os diferentes gêneros aos quais têm acesso.

Consideramos, ainda, que é fundamental reavaliar as abordagens realizadas no estudo de gêneros em sala de aula, deixando de priorizar somente seus aspectos linguísticos e gramaticais e focando neles como instrumentos de promoção da linguagem (SCHNEUWLY e DOLZ, 1999). A possibilidade de se produzir e ter acesso a diferentes gêneros abre espaço para que os alunos possam construir diferentes formas de discurso e efetivar o uso de novos gêneros.

Como alternativa ao trabalho com gêneros em sala de aula, sob uma perspectiva sociocultural de construção do conhecimento científico, no próximo tópico vamos refletir sobre a utilização do gênero textual história em quadrinhos, suas características e possibilidades de uso nas aulas de ciências.

1.4 A utilização do gênero textual história em quadrinhos nas aulas de ciências

No tópico anterior, refletimos sobre a necessidade do ser humano de se comunicar e identificamos que a evolução das formas de comunicação implicou no surgimento de novos gêneros textuais. Nesse sentido, é possível inferir que desde os primórdios o ser humano vem desenvolvendo diferentes formas de comunicação, cada vez mais complexas, incluindo a volta da utilização da imagem gráfica na transmissão de mensagens (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Os desenhos em cavernas feitos pelos homens primitivos tinham por objetivo transmitir uma mensagem, como, por exemplo, o sucesso de uma caçada, alertar os demais companheiros sobre os perigos de um lugar, entre outros. A associação de imagens gráficas, postas em geral em sequência para contar um fato, se assemelham ao hoje conhecido gênero textual história em quadrinhos (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Definidos como arte sequencial por Eisner (1989), os quadrinhos apresentam uma sequência de ações ilustradas que podem ou não conter textos. O tipo textual predominante nessas histórias é o narrativo, mas assim como vários outros gêneros, pode apresentar uma grande variedade textual, como a “narrativa, argumentativa e a injuntiva” (MENDONÇA, 2002, pág. 195). Exemplos disso podem ser vistos quando, em uma mesma história, a fala do personagem narra um acontecimento – presença da tipologia narrativa – e nos quadrinhos seguintes a fala e as ilustrações remetem a uma ação que está sendo realizada – presença da tipologia injuntiva. Para Mendonça (2002, p.5), os quadrinhos são “um gênero icônico-verbal narrativo, cuja progressão temporal se organiza quadro a quadro” e apresentam outros elementos gráficos característicos, como requadro (moldura), balões e onomatopeias.

Seguindo o pensamento da relação, anteriormente apresentada, entre a evolução dos gêneros e o desenvolvimento comunicativo humano, o desenvolvimento da escrita alfabética não permitiu o pleno abandono da comunicação por imagens. Até o século XIX o domínio da leitura e da escrita era restrito às classes mais abastadas e a transmissão de mensagens entre os mais pobres era feita quase que exclusivamente por imagens. Infelizmente, esse quadro ainda é uma realidade em pleno século XXI, já que podemos observar que o acesso à leitura e à escrita ainda não é um direito universal (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Diante desse panorama, até a revolução industrial a cultura e as artes tinham destino certo: a aristocracia e a burguesia; a população em geral não tinha acesso aos bens e serviços culturais. A segunda metade do século XIX, com a população cada vez mais urbana, crescendo e se diversificando, foi o marco inicial para o surgimento de expressões

culturais cada vez mais populares. No cenário cultural de revoluções industriais, tecnológicas e midiáticas, surge o gênero textual história em quadrinhos, em 1895, pertencente à cultura de massa, com uma produção e distribuição que teve, e ainda tem, foco popular, dirigido para alcançar o maior número de pessoas (FEIJÓ, 1997).

Dentre os esboços da arte sequencial que hoje conhecemos, Feijó (1997) cita *As aventuras de Nhô Quim*, de Ângelo Agostini (1859), os personagens Max e Moritz, de Wilhelm Busch (1865), e *A família Fenouillard*, de Christophe (1889). Porém, o personagem Yellow Kid, de Richard Outcault (1895), é aquele que dá o título à história que foi considerada a primeira história em quadrinhos. Características como a presença de um personagem fixo, presença de balões com falas e sua ampla divulgação e alcance popular a definiram como pertencente ao gênero.

Por décadas, as histórias em quadrinhos continham enredos sobre as famílias comuns, geralmente pobres, e travessuras de crianças, o que as tornou um grande sucesso entre as camadas populares. Os quadrinhos eram uma forma de manifestação cultural popular e geralmente eram veiculados em jornais chamados de sensacionalistas. A relação entre os quadrinhos e os jornais era tão estreita, que, naquela época, surgiu a expressão “imprensa amarela”, em referência à roupa do personagem Yellow Kid (FEIJÓ, 1997).

A possibilidade de poder compreender uma mensagem sem que o receptor necessariamente soubesse ler propiciou um maior acesso a esse tipo de cultura às diversas classes sociais, culturas e etárias, uma vez que a leitura de quadrinhos não está diretamente relacionada à habilidade de ler, mas sim à capacidade de o leitor interpretar a sequência de imagens. Esse fato pode ser confirmado quando Feijó (1997) relata que, no final do século XIX, mesmo com as cidades em constante desenvolvimento, grande parte da população ainda era analfabeta, não existia um ensino público de grande alcance, fazendo com que o gênero textual história em quadrinhos adquirisse muitos adeptos. Assim, mesmo que analfabetas, as pessoas tinham acesso ao gênero em questão e dele usufruíam, realizando leituras icônicas.

A partir do início do século XX, com o surgimento de tiras diárias nos jornais, a leitura de quadrinhos tornou-se um hábito entre os jovens norte-americanos, e essa cultura foi se espalhando por todo o planeta (EISNER, 1989). O mesmo movimento era iniciado no Brasil, e, no ano de 1905, foi lançada a revista *Tico-Tico*, que trazia histórias em quadrinhos, poesias, além de textos de grandes escritores nacionais, como, por exemplo, Carlos Drummond de Andrade. Em seguida, outras publicações foram criadas, como o *Suplemento Infantil* (1933), apresentando personagens americanos tais como Flash Gordon e Tarzan, *Globo Juvenil* (1937), que trazia as aventuras de Robin Hood e Fantasma, e *O Lobinho* e a *Gazetinha* (final da década de 1930 e início da década de 1940) (CARVALHO, 2006).

O grande sucesso dessas publicações no Brasil fez surgir, em 1939, a primeira revista exclusivamente dedicada ao gênero quadrinhos: *O Mirim*, de Adolfo Eizen, na qual os jovens podiam ler as aventuras de Superman e Batman. Esse mesmo ano foi marcado pelo surgimento da publicação *Gibi*, de Paulo Marinho. Sua popularidade foi tão grande, que seu nome tornou-se sinônimo de revistas em quadrinhos. Ao dizer que está lendo quadrinhos, até nos dias atuais, os leitores falam que estão lendo um “gibi” (CARVALHO, 2006).

Porém, desde a época de ascensão dos quadrinhos no Brasil, fortes críticas ao gênero foram realizadas por intelectuais e formadores de opinião. A Associação Brasileira de Educadores (ABE) defendeu que os quadrinhos deveriam ser proibidos, pois traziam para os jovens brasileiros hábitos estrangeiros prejudiciais. Essa tese foi defendida também em 1938, pelos bispos católicos em São Paulo (CARVALHO, 2006).

As preocupações com o gênero cresceram em 1944, quando o Instituto Nacional de Educação e Pesquisa (Inep), órgão ligado ao Ministério da Educação e Cultura (MEC), publicou um estudo no qual afirmava que a leitura de quadrinhos gerava “lerdeza mental”. Esse estudo promoveu um movimento que buscou banir a leitura de quadrinhos das salas de aula e das casas (CARVALHO, 2006).

Esse cenário de repúdio aos quadrinhos tornou-se uma realidade não apenas no Brasil, mas em vários países em que o seu consumo era comum. O fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) trouxe a Grande Depressão e a Caça aos Comunistas. Os EUA abrigavam uma grande instabilidade e desconfiança quanto às produções culturais massivas e aos materiais didáticos utilizados pelas escolas, de modo que as revistas, os programas de televisão, as grandes produções de Hollywood e, claro, os quadrinhos, foram alvo da censura e tiveram sua produção prejudicada. Como os EUA eram (e ainda são) uma grande potência produtora e consumidora de quadrinhos, a crise produtiva instalada no período pós-guerra influenciou o consumo e a aceitação dessas produções em outros países (FEIJÓ, 1997).

Sob a influência norte-americana no período pós-guerra, o Brasil também iniciou a busca por comunistas nas esferas políticas, nos movimentos sociais e nas produções de bens culturais. Em 1946, o jornalista Carlos Lacerda criticou, no Primeiro Congresso Brasileiro de Escritores, as mídias de massa (como o rádio, o cinema) e as histórias em quadrinhos. O jornalista afirmou que os autores de quadrinhos eram comunistas e os enredos das histórias eram um “veneno importado” para a juventude brasileira (CARVALHO, 2006).

A discriminação da leitura de histórias em quadrinhos se agravou quando, na década de 1950, diversos trabalhos acadêmicos apontaram como causas da delinquência juvenil o acesso às artes e à cultura de massa. Em 1954, o psiquiatra Frederic Wertham, que trabalhava com jovens infratores, publicou o livro *A sedução dos inocentes*, no qual afirmava que os quadrinhos estavam deturpando a moral americana, que a sua leitura gerava ócio, “emburrecimento” e incitava a violência. (FEIJÓ, 1997; RAMA e VERGUEIRO, 2009). No livro, o autor defendia também a tese de que quadrinhos como *Batman* e *Robin* e *Mulher Maravilha* faziam apologia à homossexualidade. O autor apontou que Bruce Wayne, identidade de Batman, um homem adulto e rico, não poderia manter uma amizade com um jovem órfão como Robin, que essa era uma relação homossexual e que suas histórias estariam disseminando a prática de rela-

ções homossexuais, principalmente envolvendo crianças. A personagem da Mulher Maravilha, uma mulher forte que combatia crimes e injustiças, seria também homossexual, por ser violenta com os homens. Há de se observar que os vilões dos quadrinhos da época eram exclusivamente homens e que a imagem da mulher frágil e indefesa era corrompida pela figura violenta da personagem. Para Wertham, os heróis, que antes eram considerados figuras patrióticas que lutavam em defesa da nação, incitavam à violência, e até mesmo o Superman, símbolo do patriotismo norte-americano foi considerado nazista e suas histórias foram perseguidas (FEIJÓ, 1997; RAMA e VERGUEIRO, 2009).

A tensão causada pela publicação de Wertham fez com que o governo dos EUA criasse um Código de Ética no qual censurava as publicações em quadrinhos. Todo material produzido no país deveria seguir regras impostas pelo governo e se submeter a avaliações (RAMA e VERGUEIRO, 2009). Inspirado no Código Norte-Americano, em 1955, o senado brasileiro determinou que 50% das publicações vendidas no Brasil deveriam ser nacionais e que imagens consideradas imorais deveriam ser censuradas. Em 1961, o Brasil criou seu próprio Código de Ética, que controlava a veiculação de imagens e o conteúdo dos enredos, nos quais deveria sempre haver histórias nas quais a justiça fosse realizada (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Diante disso, a leitura de quadrinhos se tornou algo subversivo. Essa visão foi difundida por toda a América e Europa e contribuiu para um descrédito de que a arte sequencial pudesse contribuir para a educação dos jovens. Muitos pais, professores, artistas, críticos e apreciadores das artes não reconheciam os quadrinhos como forma de arte e cultura (FEIJÓ, 1997; RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Porém, em 1964, a leitura de histórias em quadrinhos, bem como o consumo das demais produções massivas começaram a ser vistos como produto cultural a partir dos Estudos Culturais desenvolvidos no *Center for Contemporary Cultural Studies* da Universidade de Birmingham. Desenvolvidos por Richard Hoggart e Raymond Williams, esses estudos buscaram desconstruir a diferenciação entre a cultura produzida pela

elite intelectual e a cultura popular massiva, legitimando os bens culturais produzidos não somente pelas elites culturais, mas também aqueles produzidos pelas culturas de massa (BARI, 2008).

Os estudos desenvolvidos por Hoggart e Williams geraram um movimento em outros centros de estudos culturais, que, aos poucos, contribuiu para que o descrédito nas produções culturais de massa começasse a ser deixado de lado. Nos anos de 1970, já podíamos identificar o gênero história em quadrinhos em livros didáticos brasileiros. Apesar de não estar diretamente associada ao conteúdo conceitual dos livros didáticos, a linguagem dos quadrinhos já começava a ser valorizada nas produções didáticas, ao aparecer em vinhetas ou apresentações de conteúdos com o intuito de “suavizar a diagramação e complementar, de forma mais leve, o texto didático” (SANTOS e VERGUEIRO, 2012, p. 83).

Com a chegada dos anos de 1980 e o advento das novas tecnologias de informação e comunicação, grandes impactos ocorreram na comunicação mundial e na forma de se ver e avaliar os meios de comunicação e seus gêneros. Naquele período, houve um avanço positivo na legitimação dos meios de comunicação em massa, como a televisão, a internet, o cinema e os quadrinhos, pelas elites culturais. A visão desses gêneros como manifestações artísticas e culturais capazes de contribuir para a educação foi intensificada. O uso de quadrinhos, em especial, começou a ganhar força e a se aproximar das práticas pedagógicas (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

No início desse movimento, os quadrinhos não eram considerados materiais didáticos, mas, timidamente, foram ganhando mais espaço em livros e manuais escolares. No início dos anos de 1990, alguns professores começaram a incluir o gênero em sua prática pedagógica para diversificar e tornar mais agradáveis suas aulas, ao mesmo tempo em que trabalhavam temas específicos (RAMA e VERGUEIRO, 2009). Ao longo da década de 1990, o interesse acadêmico pelos quadrinhos na educação foi crescendo devido à presença do gênero em provas de vestibular, tais como o da Universidade Estadual de Campinas, além da inclusão da linguagem dos quadrinhos como prática sugerida pelos PCN (RAMOS, 2006).

A crescente valorização dos quadrinhos nas práticas escolares fez crescer, também, o interesse de pesquisadores sobre os impactos do uso do gênero em sala de aula. Como exemplo desses trabalhos, podemos apontar os desenvolvidos por Santos (2001), Mendonça (2002), Bari (2008), Rama e Vergueiro (2009), Ramos e Piassini (2012) e Alves, Pereira e Cabral (2013).

Em seu estudo, Rama e Vergueiro (2009) apresentam um panorama dos benefícios do uso desse gênero em sala de aula. Exemplos desses benefícios são o interesse dos alunos pela leitura de quadrinhos, a característica didática da associação entre texto e imagem, a vasta variedade de temas, a exploração dos elementos característicos do gênero, a possibilidade do desenvolvimento do hábito de leitura, a ampliação do vocabulário dos alunos e o desenvolvimento do pensamento lógico.

Para Rama e Vergueiro (2009), os quadrinhos fazem parte da leitura de interesse dos estudantes, sendo que a sua inclusão nas práticas pedagógicas não gera rejeição por parte deles, muito pelo contrário, a sua utilização em sala de aula é motivadora e gera uma maior participação dos alunos na execução das atividades.

A associação de imagens e textos auxilia o leitor, no caso, o estudante, na interpretação da informação e compreensão de conceitos desenvolvidos em sala de aula (RAMA e VERGUEIRO, 2009). Essa associação desperta o interesse do leitor e a sua leitura pode ser considerada mais ampla, por exigir a decodificação da mensagem por meio de elementos gráficos e não somente textuais. Nas palavras de Eisner (1989, p. 8), “A leitura da revista em quadrinhos é um ato de percepção estética e de esforço intelectual”. Nos quadrinhos, a imagem e o texto se complementam: a imagem dá um significado concreto à palavra. Essa relação, além de ser mais significativa para o seu leitor, satisfaz a necessidade da criança e do jovem na realização de atividades lúdicas e criativas (SANTOS, 2001).

Para Bari (2008, p. 121), a linguagem icônica dos quadrinhos permite ao leitor

uma concretização possível de um universo onírico, que agregaria, à leitura, o convite ao sonhar, ao desfrutar, à estruturação do universo narrativo ficcional e à construção de personagens complexos, estimulando a busca pessoal pelas emoções inerentes à leitura de lazer, independentemente da idade, oferecendo a possibilidade de sonhar.

Essa possibilidade de tornar o universo criativo da criança uma realidade palpável na forma de um texto em quadrinhos é uma das características que tornam o trabalho com a leitura do gênero uma ferramenta importante na promoção do interesse pela leitura, da motivação para a realização de atividades propostas, e vai ao encontro da necessidade criativa apontada por Santos (2001).

Outra característica dos quadrinhos está relacionada à variedade de temas e informações trazidas, que ampliam o seu uso nas mais diversas áreas do conhecimento e níveis de ensino (RAMA e VERGUEIRO, 2009). Como exemplo dessa característica, podemos citar o trabalho de Alves, Pereira e Cabral (2013), no qual os autores avaliaram o impacto do uso de charges e tiras humorísticas no ensino de temáticas relacionadas aos problemas ambientais causados pelo homem, no ensino de geografia ambiental, com alunos do curso de Licenciatura Plena em Geografia.

Outro exemplo está presente no trabalho de Ramos e Piassini (2012), que discute a relação entre conceitos físicos sobre gravidade e relatividade presentes em tiras humorísticas de Calvin e Haroldo¹. Os autores pontuam que o ensino de física no ensino médio por meio das tiras humorísticas pode promover uma reflexão sobre os conceitos em estudo, ao apresentar a ciência de forma não usual e cômica.

A presença de recursos característicos do gênero, como o balão e a onomatopeia, é apontada como meio de ampliação das formas de comunicação com as quais os alunos lidam. O uso de quadrinhos em sala de aula favorece a apropriação dessas e de outras formas de linguagem a que os estudantes não teriam acesso em outros gêneros (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

¹ É possível conhecer o trabalho dos autores em: <https://goo.gl/tN4SUp>

A leitura de quadrinhos em sala de aula é capaz, ainda, de auxiliar no desenvolvimento do hábito de leitura entre os alunos (RAMA e VERGUEIRO, 2009). O trabalho de Mendonça (2002) mostra essa realidade ao apontar que os quadrinhos aparecem em diversos veículos de comunicação direcionados ao público infantil, como “gibis” e revistas destinadas aos mais diversos leitores, além de boletins informativos de empresas públicas e privadas, publicações voltadas para o lazer educativo de crianças, como as revistas *Recreio*, *Picolé* e revistas para colorir (MENDONÇA, 2002, p. 200).

A possibilidade de acesso aos quadrinhos nos mais diversos veículos de comunicação pode direcionar seus leitores à leitura não somente desse gênero, mas também dos demais gêneros presentes nessas publicações. Para Santos (2001), a forma como as narrativas em quadrinhos são apresentadas, aliada à presença de elementos visuais, pode estimular a imaginação de seus leitores e prepará-los para a leitura de outros gêneros textuais. Bari (2008) complementa a afirmação de Santos (2001) ao defender que a leitura de quadrinhos prepara o seu leitor para a apropriação de textos apresentados em suportes midiáticos diferentes, como o papel e o meio virtual.

Mesmo que à primeira vista os quadrinhos possam parecer um gênero infantil, a presença deles não se limita ao universo de publicações direcionadas a esse público. A grande capacidade informativa dos quadrinhos é também explorada em publicações direcionadas ao público adulto, como jornais e revistas. É comum encontrarmos tiras cômicas e charges ilustrando as páginas desses meios e veiculando informações jornalísticas. Para Bari (2008), jovens leitores procuram esses veículos de informação, inicialmente, em busca desses quadrinhos, e é a partir dessa busca que “a apropriação da leitura se promove, partindo de bens culturais dados pelas mídias massivas, porém estabelecidos como desejáveis por habilidades, competências e desejos do leitor, como se fosse uma degustação intelectual” (p.127).

Os quadrinhos podem prestar uma contribuição importante também quanto à ampliação do vocabulário dos alunos, uma vez que esse

gênero possui uma linguagem simples, de fácil entendimento, apresentando expressões que representam aspectos da comunicação muitas vezes oral, que, juntamente com as expressões faciais e gestuais dos personagens, auxiliam na compreensão do texto verbal (RAMA e VERGUEIRO, 2009). No caso de histórias que abordam aspectos do conhecimento científico, essa relação pode auxiliar o leitor na apropriação de novas palavras, como termos científicos, de forma mais natural.

A linguagem icônico-verbal presente nos quadrinhos é apontada também por Bari (2008, p. 121) como uma característica importante na apropriação de conceitos e significados por parte de seus leitores. Nas palavras da autora:

As diversas possibilidades de leitura crítica, que os leitores novatos podem desenvolver mais facilmente, incluem a compreensão das personagens e das mensagens ideológicas subjacentes, já que as histórias em quadrinhos reforçam naturalmente a informação ‘contextual’.

Para Rama e Vergueiro (2009) o pensamento lógico também é exercitado pela leitura dos quadrinhos. As narrativas em quadrinhos apresentam os principais momentos de uma história, ficando os detalhes desta e a conclusão de momentos da trama a cargo da organização mental das informações apresentadas no enredo. A forma como a narrativa é colocada, como uma sequência lógica de fatos e acontecimentos, mas com fragmentos, exige do leitor fazer a conexão entre esses acontecimentos (SANTOS, 2001).

Bari (2008) aponta elementos presentes nos quadrinhos que exigem esse trabalho cognitivo dos alunos e reflete sobre o desenvolvimento do pensamento narrativo durante a leitura desse gênero. Para a autora, nas histórias em quadrinhos, as vinhetas – espaços onde estão os elementos textuais e gráficos enquadrados pelo requadro – articulam as cenas e contam a narrativa. Quando a vinheta apresenta uma descontinuidade na narrativa, como um espaço em branco ou imagem desfocada, o leitor precisa articular as informações anteriores a fim de compreender

e fazer as conexões necessárias para entender a história. Bari (2008) indica, ainda, que o trabalho cognitivo desenvolvido durante a leitura dos quadrinhos pode ser aproveitado pelo leitor na interpretação de conceitos e fenômenos que exigem relação entre tempo e espaço. Nas palavras da autora:

O desenvolvimento dessa importante estrutura mental trará compreensão para outros fenômenos da natureza, onde o tempo e o espaço influem diretamente, desde as relações de deslocamento, velocidade, crescimento dos seres vivos, passagem do tempo, ciclo das estações, entre outros (BARI, 2008, p.122).

As práticas de letramento, tanto escolares, como sociais, também podem ser desenvolvidas a partir da leitura de quadrinhos (BARI, 2008). A autora defende a ideia de que, mesmo que em contextos sociais diferentes, as práticas de letramento escolar e social podem ser favorecidas pela leitura em quadrinhos, uma vez que ela “habilita a mente” do leitor para diferentes leituras. A promoção do exercício da interpretação icônica realizada por meio da leitura dos quadrinhos é apontada pela autora como essencial em uma sociedade que exige um complexo trabalho cognitivo na interpretação de diferentes linguagens:

a leitura iconográfica é imprescindível na atualidade, sob o advento das novas tecnologias e a convergência das linguagens para os suportes digitais, com a hibridização de letras, ícones, desenhos, imagens, sons, num ambiente cognitivo complexo (BARI, 2008, p. 111).

Ao desenvolver as práticas de letramento no ambiente escolar por meio dos quadrinhos, o aluno estará sendo preparado para desenvolver essas práticas em sua leitura de mundo, dos fenômenos e dos textos aos quais está exposto em sociedade.

Por fim, com relação ao aproveitamento da leitura de quadrinhos e a faixa de escolarização de seus leitores, Rama e Vergueiro (2009) apontam uma característica fundamental dos alunos do ensino fundamental

II, atualmente do 6º ao 9º ano – que incluem os alunos participantes da pesquisa que originou este livro. Para os autores, esses alunos possuem a capacidade de identificar detalhes das narrativas em quadrinhos e realizar uma associação entre eles e seu cotidiano (RAMA e VERGUEIRO, 2009). Essa característica pode ser apreciada em práticas pedagógicas que privilegiam o contexto sociocultural na aquisição de conhecimentos pelos alunos.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento do estudo relatado aqui, optamos por uma abordagem qualitativa. Por se tratar de uma investigação que envolve sujeitos e suas relações com o conhecimento, entendemos que essa abordagem, neste caso, se faz fundamental, pois o comportamento humano é variável, assim como a aprendizagem de conceitos é individual e única, sendo a sua mensuração quantitativa inviável (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

A pesquisa se deu por meio de observação participante orientada pela professora da turma, com aplicação do roteiro de atividades intitulado *Almanaque de Ciências da Professora Genna* (Apêndice), desenvolvido por mim com a colaboração do meu orientador, Marco Antonio Melo Franco (UFOP), da *designer* Barbara Damasceno e da professora Marília Carla de Mello Gaia (UFSC).

No ambiente natural, o investigador é capaz de observar os fatores que influenciam na ocorrência dos dados, como seus contextos, atores e procedimentos, podendo, assim, fazer uma reflexão crítica sobre eles, uma vez que, para a pesquisa qualitativa, os meios e processos são tão ou mais importantes que os resultados finais (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Além disso, a observação participante “pressupõe a integração do investigador ao grupo investigado, ou seja, o pesquisador deixa de ser um observador externo dos acontecimentos e passa a fazer parte ativa deles” (BONI e QUARESMA, 2005, p. 71). Outros instrumentos de coleta de dados característicos do tipo de abordagem escolhida foram utilizados, como pré-teste e pós-teste e o próprio roteiro de atividades produzido, a partir dos quais as respostas dos alunos foram coletadas.

2.1 A escola onde a pesquisa foi desenvolvida

A escola na qual a pesquisa foi desenvolvida está localizada na região centro-sul de Belo Horizonte (MG) e trata-se de uma instituição da rede privada de ensino que possui mais de 700 unidades em todo o mundo. A escola faz parte de um complexo educacional que oferece do ensino infantil ao superior e está ligada a um Centro Universitário. Esses níveis de ensino dividem o mesmo espaço físico, e alguns professores lecionam tanto no ensino básico quanto no superior.

A escolha dessa escola para a realização da pesquisa se deu em função de sua proposta pedagógica, que prioriza as relações socioculturais na construção de conceitos, de procedimentos e de atitudes, em conformidade com o referencial teórico adotado nesta pesquisa. A proposta pedagógica da escola segue as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2010).

Sua proposta pedagógica contempla a criação de Núcleos Teóricos, que abrangem as disciplinas curriculares obrigatórias, e Núcleos Práticos, que complementam a formação dos alunos no desenvolvimento de habilidades ligadas às artes – teatro, música, dança –, oralidade, atividades físicas, pesquisa, participação em projetos sociais e de apoio à comunidade, entre outros. As atividades desenvolvidas nos Núcleos Práticos fazem parte de uma formação complementar, não obrigatória, e não excluem as atividades práticas normalmente realizadas nas disciplinas obrigatórias. Ao participar dos Núcleos Práticos, os alunos recebem um certificado que compõe seu currículo escolar.

O ensino fundamental II, no qual está incluída a turma de 9º ano que foi acompanhada na pesquisa, é visto pela instituição como um nível de ensino no qual as atividades escolares devem consolidar a escrita, a leitura e o cálculo. Nesse nível de ensino, a instituição valoriza também as relações entre os pares e os objetos do conhecimento, em conformidade com os pressupostos teóricos adotados nesta pesquisa.

A disciplina ciências naturais é desenvolvida no ensino fundamental II da escola com o auxílio da coleção de livros didáticos *Construindo*

Consciências, que possui volumes para o 6º, 7º, 8º e 9º anos. A coleção foi criada pelo grupo Ação e Pesquisa em Educação em Ciências (APEC), composto por professores/pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que atuam na discussão, estudo e desenvolvimento de currículos e materiais didáticos para o ensino de ciências. Esse mesmo grupo de pesquisa foi o responsável pela concepção do Currículo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais, estando o conteúdo da coleção, portanto, em consonância com o documento, o que tem auxiliado os professores no seu trabalho em sala de aula.

2.2 A professora de ciências

Por meio de um questionário, buscamos traçar o perfil da professora da turma acompanhada. Ela é bacharela e licenciada em Ciências Biológicas, especialista em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, mestre em Ciências com ênfase em Saúde Coletiva e doutora em Educação.

Sua trajetória profissional teve início no ensino básico, no ano de 2008. Lecionou no ensino médio técnico, ensino superior, especialização técnica, ensino fundamental e pré-vestibular. As disciplinas que lecionou foram: ciências, para o ensino fundamental; agroecologia, para o ensino médio técnico; biologia, em curso pré-vestibular; agroecologia, em curso de especialização técnica; disciplinas sobre ensino de ciências, para o ensino superior.

A professora considera hereditariedade, genes, DNA, gametas, cromossomos e cariótipo como os principais conceitos científicos relativos ao estudo de genética a serem desenvolvidos com os alunos do ensino fundamental II. As dificuldades apontadas por ela quanto ao ensino da temática estão relacionadas principalmente aos assuntos sobre divisão celular, além de conceitos como bases nitrogenadas, transcrição e tradução. Para ela, as principais dificuldades apresentadas pelos alunos durante o estudo desses conceitos são estudar estruturas que eles des-

conhecem e a dificuldade que eles possuem em relacionar os conceitos científicos com uma aplicação prática em seus cotidianos. Essas dificuldades são apontadas pela professora como sendo reflexos do primeiro contato escolar dos alunos com o tema e da presença de concepções prévias simplificadas entre eles sobre o mecanismo da hereditariedade.

A sua dificuldade em lecionar esses conteúdos está relacionada com o fato de ter tido acesso a esses conceitos somente em sua formação acadêmica inicial e estudos posteriores para preparação das aulas, o que não lhe permite aprofundar muito nos temas ou dar maiores explicações sobre processos mais complexos.

A docente utiliza-se de aulas teóricas, aulas práticas em laboratório, exibição de imagens complementares em projetor, livro didático e textos complementares no desenvolvimento dos conteúdos sobre genética. Para ela, essas estratégias podem contribuir no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo, deixando o assunto menos abstrato, além de contextualizá-lo e aproximá-lo das vivências diárias dos estudantes.

2.3 A sala de aula

A sala de aula na qual a pesquisa foi desenvolvida contempla alunos do 9º ano do ensino fundamental II. A turma foi escolhida pela professora de ciências juntamente com a equipe pedagógica da escola, com baseada na distribuição dos conteúdos de ciências estabelecida pelos PCN e CBC de Ciências Naturais, que determinam ser esse o ano escolar em que são introduzidos os principais conceitos referentes ao estudo de genética.

A turma possui 38 alunos, sendo 20 do sexo feminino e 18 do sexo masculino, na faixa etária entre 14 e 15 anos. Os alunos têm três aulas de ciências por semana, sendo duas aulas teóricas geminadas em um dia da semana e uma aula prática que ocorre no laboratório, em outro dia da semana. Nas aulas práticas, a turma é dividida: enquanto os meninos participam de uma aula de educação física, as meninas vão para o labo-

ratório de ciências; no horário seguinte, as turmas se invertem. Essa dinâmica ocorreu durante a aplicação da pesquisa e esses momentos serão sinalizados durante a análise e discussão dos dados apresentados.

As carteiras escolares que os alunos utilizam são organizadas de forma tradicional, em filas, porém, assim que eles entram em sala de aula, se organizam e formam pequenos grupos na classe. Essa disposição em grupos tem impactos tanto positivos quanto negativos no andamento das aulas. Ao se organizarem em grupos, os alunos tendem a conversar mais uns com os outros, o que atrapalha a realização de atividades individuais e as explicações da professora, demandando da profissional um maior esforço para realizar aulas expositivas. Porém, essa dinâmica, pelo fato de aumentar a interação entre os alunos, favorece o desenvolvimento de atividades em grupo e a socialização entre os colegas, pois um auxilia o outro na execução de atividades, propiciando uma troca de informações sobre os conteúdos trabalhados.

2.4 O roteiro de atividades *Almanaque de Ciências da Professora Genna*

A construção do roteiro de atividades exploratórias de histórias em quadrinhos para o ensino de genética *Almanaque de Ciências da professora Genna* foi o primeiro passo para a realização da pesquisa, uma vez que foi o material utilizado como instrumento pedagógico para introdução do gênero história em quadrinhos e dos conceitos em estudo e, ainda, instrumento de coleta de dados. A proposta de elaboração do Almanaque partiu da ideia de se construir um material semelhante aos almanaques que as editoras de revistas em quadrinhos publicam, contendo atividades e curiosidades.

Os primeiros almanaques publicados eram uma forma de enriquecer os calendários com os quais empresas presenteavam seus clientes, contendo notas sobre datas comemorativas e textos de utilidades em geral. Esse tipo de publicação tornou-se popular a partir do século XV,

na França, veiculando informações e notas religiosas, e, a partir do século XIX, começou a ocorrer no Brasil, veiculando informações históricas sobre o país e, posteriormente, propagandas de produtos das indústrias farmacêutica e agrícola. No século XX, iniciou-se, no Brasil, a publicação de almanaques contendo quadrinhos e outros gêneros textuais, tais como *Tico- Tico* e *Jeca Tatuzinho* (BARI e SANTANA, 2012).

A seleção dos conteúdos para a montagem do Almanaque de Ciências da professora Genna seguiu como referência os conteúdos sugeridos pelos PCN e CBC de Ciências Naturais para o 9º ano do ensino fundamental II e também o conteúdo desenvolvido no livro didático utilizado pela turma. Anteriormente à sua produção, conversamos com a professora da turma e ela concordou sobre a pertinência dos conteúdos conceituais que seriam apresentados no Almanaque, quais sejam:

- reprodução sexuada e herança genética;
- célula eucariótica – presença de núcleo com material genético;
- armazenamento do material genético – núcleo, cromossomos, DNA e genes;
- origem genética das semelhanças e diferenças entre os seres vivos;
- evolução do conhecimento científico sobre herança genética – trabalhos de Gregor Mendel;
- genótipo e fenótipo;
- genes dominantes e recessivos;
- influência ambiental na determinação de fenótipos;
- melhoramento genético por cruzamento e por manipulação laboratorial;
- seleção natural e artificial.

A relação conceitual proposta por Vygotsky aponta para a necessidade de que haja uma ancoragem entre conceitos na formação de uma rede conceitual, onde um apoia o outro, como uma premissa para a real compreensão de seus significados.

Nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação entre esses conceitos e cada objeto é, logo de início, mediada por outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição relativamente aos outros conceitos, isto é, um lugar num sistema de conceitos (VYGOTSKY, 2005, p. 93).

De acordo com essa concepção, optamos por apresentar os conceitos relativos ao estudo da genética no Almanaque de uma forma sistematizada, a fim de que, da apresentação de conceitos mais “simples”, os alunos pudessem tecer uma rede de conhecimentos que favorecessem a construção dos conceitos mais “complexos” apresentados posteriormente. Em outras palavras, há uma situação na qual os conceitos mais “simples” vão se relacionando até a construção de outros, mais “complexos”, cujo entendimento exige a compreensão dos anteriores. Como exemplo desta afirmação, podemos apontar a pertinência de se discutir primeiramente a questão da reprodução sexuada, para que, posteriormente, os alunos pudessem compreender melhor a hereditariedade.

A seleção das histórias em quadrinhos indicadas no Almanaque teve início com um levantamento do meu acervo pessoal, que já possuía exemplares de histórias em quadrinhos, livros contendo o gênero e muitas tiras cômicas que eu já utilizava em minha prática como professora. A partir desse levantamento, foi constatado que o material do acervo não possuía enredos que abordassem todas as temáticas propostas. Após essa constatação, foi iniciada uma busca em páginas da internet nas quais esse gênero fosse divulgado.

O roteiro de atividades foi concebido para possuir o *design* de um almanaque de quadrinhos (Figura 1), e, para que isso fosse possível, contamos com o apoio da *designer* Barbara Damasceno, que criou uma personagem, a professora Genna, que tem o papel de orientar a leitura dos quadrinhos e propor as atividades de interpretação destes (Figura 2) – seu nome foi escolhido para fazer uma alusão à palavra gene. Essa profissional foi responsável também por toda a concepção gráfica e artística do Almanaque, além de ilustrar a história apresentada na segunda atividade, cujo roteiro foi escrito por mim.

Figura 1 - Capa do Almanaque de Ciências da Professora Genna



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 174.

Figura 2 - Apresentação da professora Genna



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 176.

Nas oito atividades propostas no Almanaque, são apresentadas indicações de leitura de quadrinhos, resolução de questões de interpretação, elaboração de falas, desenhos, pesquisas, produção de textos e analogias, além de seções denominadas “Dicionário de Genetiquês” (Figura 3). Nelas, o aluno tem a possibilidade de elaborar suas próprias definições sobre os termos que foram trabalhados nas atividades anteriores. Em cada uma das seções, são apresentados, em média, cinco termos que foram estudados, sobre os quais o aluno tem um espaço para elaborar a sua própria definição.

Figura 3 - Seção “Dicionário de Genetiquês”

NESTA ATIVIDADE VOCÊ TERÁ A OPORTUNIDADE DE ELABORAR A SUA PRÓPRIA DEFINIÇÃO SOBRE TERMOS QUE SÃO MUITO UTILIZADOS NO ESTUDO DE GENÉTICA. TODA VEZ QUE VER ESTE LIVRINHO, VOCÊ DEVERÁ VOLTAR AOS CONTEÚDOS ESTUDADOS E ELABORAR UMA DEFINIÇÃO PARA AS PALAVRAS APRESENTADAS! VAMOS LÁ! MÃOS À OBRA

07



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

REPRODUÇÃO SEXUADA: _____

ESPERMATOZÓIDE: _____

ÓVULO: _____

FECUNDAÇÃO: _____

ZIGOTO: _____



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 185

Ao final do Almanaque, são apresentadas as referências dos quadrinhos presentes ao longo do material (Figuras 4 e 5).

ONDE ENCONTRAR AS HQ'S

Atividade 1

- Panini Comics. Saiba Mais! Sobre Genética com a Turma da Mônica. Editora Maurício de Sousa. nº 58. Páginas 4 a 14.

Atividade 2

- Cartum "Políticos a origem", de Amarildo.

Disponível em: <https://amarildocharge.wordpress.com/2013/01/14/politicos-origem/>

- Tira "Mentirinhas #292" de Fábio Coala.

Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-292/>

Atividade 3

SCHULTZ, MARK. Genética e DNA em quadrinhos. Blucher, São Paulo: 2011.

Páginas 29, 33, 34, 35, 58, 59 e 60.

Atividade 4

- Tira "Frank and Ernest", de Bob Thaves.

Disponível em: <https://goo.gl/3Hjoms>

- Tira "Quase nada 236" de Fábio Moon e Gabriel Bá.

Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/10paezinhos/10741553784/>

Atividade 5

- SCHULTZ, MARK. Genética e DNA em quadrinhos. Blucher, São Paulo: 2011.

Páginas 78 a 83.

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 206.

Figura 5 - Referências dos quadrinhos indicados no Almanaque

ONDE ENCONTRAR AS HQ'S

Atividade 6

- HQ "Publicité mensongère" de Camille Burger.

Disponível em: <https://goo.gl/thB3gj>

- Tira "Se a gente é irmão" Otto e Heitor de Thiago Valadão.

Disponível em: <http://www.ottoeheitor.com/t234.html>

- Tira "# Mentirinhas 375" de Fábio Coala.

Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-375/>

Atividade 7

- HQ "Variação do estado doméstico", presente no livro "A origem das espécies em HQ" de Fernando Gonsales.

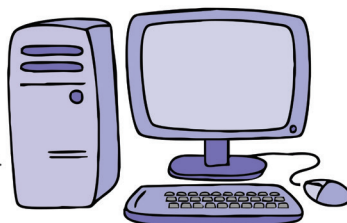
Disponível em: <http://docs12.minhateca.com.br/90808562,BR,0,0,Fernando-Gonsales---A-Origem-das-Esp%C3%A9cies-de-Charles-Darwin-em-HQ.pdf>

Atividade 8

- Tira "Mentirinhas #179" de Fábio Coala.

Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-179/>

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 206.



2.5 A coleta de dados

Demos início à coleta dos dados da pesquisa aqui relatada com a aplicação de um teste escrito aos alunos, com o objetivo de identificar quais concepções prévias eles possuíam de conceitos sobre genética. Por meio do teste buscamos também identificar seu interesse pelo gênero textual história em quadrinhos. Após essa sondagem inicial, demos início à realização das atividades propostas no Almanaque. A professora da turma direcionou as aulas e eu atuei em alguns momentos, a pedido dela, nas aulas teóricas, na explicação de alguns termos e no apoio aos alunos na execução das atividades.

O Almanaque foi utilizado como material de inserção do gênero história em quadrinhos nas aulas de ciências e foi também um instrumento de coleta de dados. Ao final das aulas acompanhadas, recolhemos os almanaques e tiramos cópias deles para coletar as respostas dadas pelos alunos às atividades, já que essas respostas compõem o *corpus* dos dados da pesquisa. Atendendo ao pedido da professora, os Almanakes foram devolvidos aos estudantes para que eles pudessem ter o material como fonte de consulta para estudos posteriores.

Ao final da realização das atividades, os alunos foram convidados a responder um questionário final contendo questões semelhantes às do questionário inicial, no qual buscamos verificar as concepções deles sobre o conteúdo e sobre a utilização do gênero história em quadrinhos após a sequência de atividades. Das oito atividades inicialmente propostas no Almanaque, as duas últimas não puderam ser realizadas, devido ao cronograma de conteúdos da instituição. Mas há que se esclarecer que a ausência dessa aplicação não inviabilizou o estudo, como também não implicou em perda de qualidade da investigação.

CAPÍTULO 3

ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA – DESCRIÇÃO E UTILIZAÇÃO

Neste capítulo apresentaremos uma descrição das atividades propostas no *Almanaque de Ciências da Professora Genna*. Apresentaremos, ainda, uma discussão sobre a constituição do ambiente de aprendizagem estabelecido pelas relações de trocas e interações mediadas pelo seu uso.

A análise das relações que ocorreram em sala de aula é importante para que possamos identificar como elas auxiliam os alunos na construção do conhecimento científico, uma vez que, para Vygotsky, é nesse ambiente que se estabelecem as relações sociais, mediadas pelas ferramentas culturais, com o propósito de inserir os alunos na cultura científica (OLIVEIRA, 1993).

Assim, a partir dos dados coletados por meio das respostas dos alunos no Almanaque e por meio da observação participante, evidenciaremos como a professora conduziu a sequência didática e as intervenções, em conformidade com o objeto de investigação, e como foi o envolvimento dos alunos com seus pares e com o material didático, no caso, o Almanaque.

Em seguida, analisaremos as respostas dos alunos às atividades, apontando os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais – descritos por Carvalho (2013) como as dimensões do conteúdo que devem ser trabalhadas e avaliadas no ensino de ciências – que se originaram na realização da sequência didática.

3.1 Atividade 1: Introdução à genética

A primeira atividade do Almanaque, “Introdução à genética”, traz a indicação de leitura da história em quadrinhos “Genética Humana - parte 1” da revista *Saiba Mais! Sobre Genética com a Turma da Mônica* (SOUZA, 2012). O texto apresenta uma breve descrição dos conceitos de genética sistematizados no Quadro 1. O desenvolvimento desses conceitos se deu nas atividades seguintes do Almanaque.

Quadro 1 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 1

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 1: Introdução à Genética: apresentação dos conteúdos de genética que serão desenvolvidos no Almanaque por meio de uma história em quadrinhos.	Vida e ambiente: - papel dos fatores ambientais na determinação de fenótipos; - reconhecimento dos sistemas em nível celular; - compreensão da célula como unidade estrutural dos seres vivos; - variabilidade genética. Ser humano e saúde: - Leis de Mendel; - análise mais profunda nos mecanismos de reprodução e hereditariedade em nível cromossômico a partir do entendimento da célula. Tecnologia e Sociedade: - compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias.	III - Construindo Modelos - Tema: 13 - Mecanismos de Herança: Tópico: 28. Características herdadas e as influências do ambiente: 28.0. Compreender que o meio ambiente pode alterar o fenótipo de um indivíduo. 28.1. Associar o processo da hereditariedade como a transmissão de características de pais para seus filhos. 28.2. Analisar, no trabalho de Mendel, a transmissão dos caracteres hereditários e a possibilidade de sua manifestação em gerações alternadas (1ª Lei de Mendel).

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 76.

O conteúdo do texto proposto na atividade engloba praticamente todos aqueles propostos nos PCN e CBC para o ensino de genética no 9º ano. Porém, a abordagem dos conteúdos é simplificada, apresentando somente uma introdução aos conceitos, que são essenciais ao estudo da

genética, sendo necessária uma maior problematização desses nas atividades seguintes.

A primeira atividade teve por objetivo apresentar os conteúdos que serão desenvolvidos no Almanaque e despertar o interesse dos alunos pelo gênero textual história em quadrinhos. A questão proposta na atividade tinha por finalidade avaliar a contribuição do texto para a compreensão dos alunos sobre o conteúdo.

Figura 6 - Atividade 1

INTRODUÇÃO À GENÉTICA 04

ATIVIDADE 1

ATRAVÉS DA LEITURA DESSES QUADRINHOS VOCÊ VAI CONHECER A GENÉTICA, CIÊNCIA QUE ESTUDA OS FATORES RESPONSÁVEIS PELO FUNCIONAMENTO DAS CÉLULAS E DAS CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS.

PARA INTRODUIZIR O ESTUDO DA GENÉTICA PRECISAMOS ENTENDER O QUE É ESSA CIÊNCIA! VAMOS COMEÇAR????!!

LEIA A HISTÓRIA EM QUADRINHOS: GENÉTICA HUMANA - PARTE 1 DA REVISTINHA SAIBA MAIS SOBRE GENÉTICA COM A TURMA DA MÔNICA LEIA AS PÁGINAS DE 4 A 14 E DEPOIS RESPONDA À QUESTÃO:

a) APÓS A LEITURA DESSE TEXTO EU GOSTARIA DE SABER A SUA OPINIÃO SOBRE ELE: VOCÊ GOSTOU DESSA LEITURA? O QUE VOCÊ IDENTIFICA NESSE TEXTO QUE POSSA TER AJUDADO OU DIFICULTADO O SEU ENTENDIMENTO SOBRE A GENÉTICA?

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 177.

A atividade 1 “Introdução à genética” foi iniciada com a professora realizando uma projeção audiovisual do texto “Genes e Genética”, retirado da terceira coleção de livros didáticos de Ciências Naturais, a mais distribuída no ano de 2014, segundo o site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE, 2014). O texto didático é apresentado no capítulo 16, “A evolução da diversidade”, do livro do 9º ano da coleção “Ciências Naturais – Aprendendo com o cotidiano” (CANTO, 2013).

Durante a leitura coletiva do texto, a professora destacou e fez considerações sobre esses trechos e os conceitos científicos abordados. Após a leitura do trecho: “*Pensava-se, porém, que essas características eram simplesmente ‘misturadas’, de geração em geração*”, a professora questionou os alunos se eles consideravam que a mistura das características do pai e da mãe geraria filhos sempre iguais, como se misturássemos tinta preta e branca sempre daria tinta cinza. Os alunos responderam que não, pois filhos dos mesmos pais só seriam iguais se fossem gêmeos. A professora prosseguiu, dizendo que as características dos seres vivos não são formadas por uma mistura das características dos pais, e sim por uma combinação aleatória, e que existem fatores ambientais que podem influenciar na determinação de algumas características.

Durante a leitura do texto, pudemos identificar que as dimensões atitudinal e procedimental do conteúdo foram desenvolvidas. De acordo com Carvalho (2013), a dimensão atitudinal pode ser identificada quando os alunos esperam a sua vez de falar e prestam atenção na fala dos colegas; já a dimensão procedimental é observada frente à hipótese levantada pela professora em relação às nossas características fenotípicas serem fruto de uma mistura do genótipo dos pais. Nesse caso, a manifestação dos alunos foi debater sobre o tema, levantando hipóteses sobre como ocorre a formação das características e discutindo sobre a sua veracidade.

Após a leitura do texto, a professora prosseguiu a aula sobre a introdução ao estudo da genética. Dessa vez, ela o fez com o apoio de uma apresentação de *slides* contendo imagens a partir das quais falou sobre a molécula de DNA e seu armazenamento no núcleo das células eucariontes. Ao final, ela pediu que os alunos lessem a história em quadrinhos indicada na atividade, em casa, e respondessem à questão da atividade.

Na aula seguinte, a docente retomou brevemente os conceitos trabalhados na aula anterior e iniciou uma explicação sobre o que é um cariótipo, como ele é feito e como a alteração no cariótipo humano normal pode gerar síndromes graves como a síndrome de Down. Nesse momento, ela pediu aos alunos que abrissem o Almanaque na página 10 e

explicou que cada espécie tem um número específico de cromossomos e que, se esse número for alterado em uma mesma espécie, por causa de algum erro durante a reprodução, o indivíduo pode morrer ou desenvolver uma grave doença. Esse assunto despertou o interesse dos alunos e surgiram muitas dúvidas, tais como:

- *“Se ocorrer um problema e o zigoto mudar seu número de cromossomos, a mulher pode dar à luz a outra espécie?”*
- *“Se somos 90% parecidos com os macacos, os nossos cromossomos são 90% iguais? Quantos cromossomos têm os macacos?”*
- *“O que faz uma pessoa ser hermafrodita? Erro nos cromossomos sexuais? Pessoas com síndrome de Down podem ter filhos? Os filhos serão normais?”*

Esses questionamentos demonstraram uma interação com o objeto de ensino e, por conseguinte, a constituição de atitudes, como aponta Carvalho (2013). A interação com o instrumento cultural, no caso, o Almanaque, aponta para a construção de uma relação dialógica entre os alunos e os saberes. Essa relação dialógica, que, segundo Driver *et al.* (1999), é importante no desenvolvimento cognitivo do aluno e na consequente construção de conhecimentos, pôde ser observada frente às perguntas feitas pelos alunos, evidenciando sua curiosidade para além do que foi abordado na sala de aula.

O texto indicado na atividade 1, “Genética Humana – Parte 1”, exemplar do gênero dos quadrinhos, não foi lido em sala. Os alunos o leram em casa e responderam à questão proposta, que foi discutida em sala de aula. Por meio dessa questão, procuramos saber qual a opinião dos estudantes sobre a leitura dos quadrinhos e o que eles consideravam como facilitador no texto para a compreensão dos conceitos sobre genética.

35 alunos responderam a questão. 33 deles consideraram que a história em quadrinhos ajudou muito no entendimento sobre os conceitos básicos da genética e justificaram sua resposta citando características do

texto, tais como a presença de Maurício de Souza como personagem explicando para os outros personagens e para o leitor os conceitos, além da forma simplificada e descontraída do texto. A maioria considerou que o humor presente na história contribuiu para o entendimento, tornando a leitura mais agradável e menos cansativa; considerou também que o fato de ser uma forma diferente da qual eles estão habituados a ter acesso aos conteúdos lhes chamou a atenção e despertou interesse pelo assunto. Outros alunos mencionaram que gostam de ler histórias em quadrinhos e que apresentar o conteúdo através desse gênero tornou mais agradável, interessante, descontraído e, portanto, mais fácil aprender os conceitos que foram apresentados no texto. Como exemplos dessas respostas, podemos citar:

- *“Sim, é um texto bem explicativo e mais descontraído, fácil de entender e interpretar.”*
- *“Sim, acredito que apresentar informações básicas de um determinado assunto, de forma cômica, através de tirinhas, possa ser uma forma eficaz de se fixar o conteúdo.”*

Podemos relacionar as respostas dos alunos ao fato de a linguagem icônica e humorística do gênero história em quadrinhos ter o potencial de contribuir para que a leitura seja mais prazerosa aos alunos. Rama e Vergueiro (2009) destacam que a associação de imagens e textos pode auxiliar o aluno na interpretação da informação e, por consequência, na compreensão dos conceitos científicos desenvolvidos. Essa associação, segundo os autores, desperta o interesse do leitor, assim como apontado pelos alunos.

Apenas dois alunos não gostaram da leitura dos quadrinhos, um deles não se interessou por não gostar do gênero e outro por considerar que o texto didático, projetado pela professora, possuía mais informações. As respostas dos alunos foram:

- “Não gostei muito, pois não gosto de histórias em quadrinhos; então, não achei que me atrapalhou nem ajudou!”
- “Preferi o primeiro texto, pois ele trouxe mais informações que os quadrinhos.”

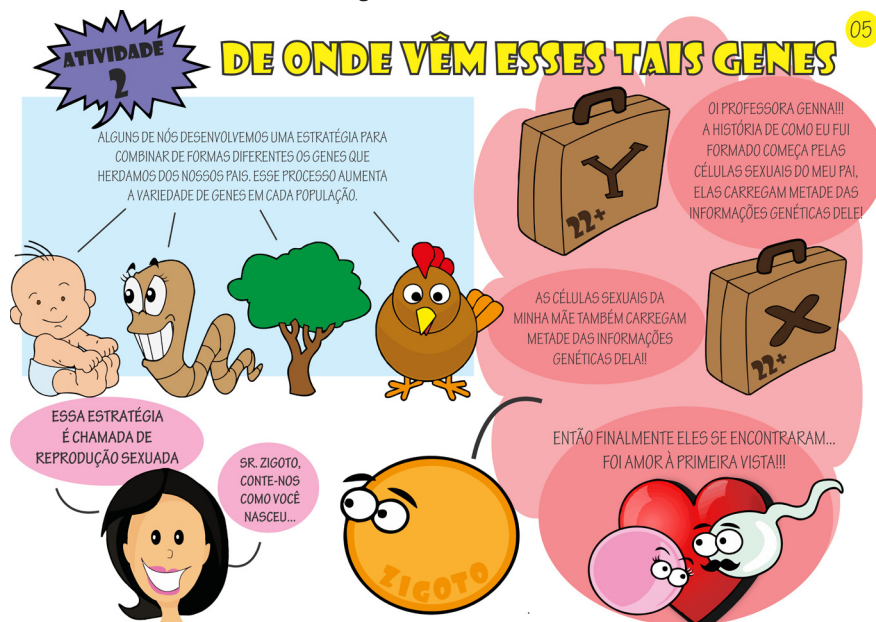
Por meio da análise dos dados coletados durante a execução da atividade 1, podemos apontar que a sua dinâmica dialógica em sala de aula pode promover, assim como sugerido por Carvalho (2013), o desenvolvimento de atitudes e procedimentos, e não somente de conceitos. O desenvolvimento das três dimensões do conteúdo é apontado pela autora como importante na construção de conhecimentos científicos. O uso da ferramenta cultural de uma forma dialógica é apontado por Driver *et. al.* (1999) como essencial na compreensão de conceitos científicos sob uma perspectiva sociocultural (VYGOTSKY, 2005).

Outro ponto importante na análise dos dados coletados diz respeito à influência da leitura icônica na compreensão desses conceitos. Para Rama e Vergueiro (2009) a associação de imagens e textos presentes nos quadrinhos é capaz de despertar o interesse do leitor pela informação, além de auxiliá-lo no entendimento do conteúdo, uma vez que a imagem dá um significado concreto, menos abstrato, ao texto.

3.2 Atividade 2: De onde vêm esses tais genes

A atividade 2, “De onde vêm esses tais genes”, é iniciada por uma história em quadrinhos que aborda os conceitos sobre reprodução sexuada. O roteiro da história foi escrito por mim e as ilustrações foram feitas pela *designer* colaboradora da pesquisa. Nessa primeira história é contado o que é a reprodução sexuada, a sua importância para a variabilidade genética e como um zigoto é gerado a partir da união do material genético de um espermatozoide e um óvulo.

Figura 7 - Atividade 2



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 183.

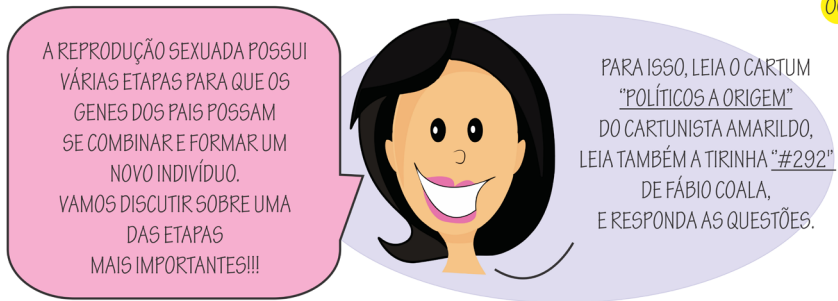
Na sequência da atividade, é sugerida a leitura de mais dois textos que abordam a reprodução sexuada: o cartum “Políticos - A origem”, do cartunista Amarildo², e a tira cômica “#292”, do cartunista Fábio Coala³. Os textos são seguidos de questões de interpretação textual e sobre fecundação, óvulo, espermatozoide e como se dá o processo de união dos gametas.

² Disponível em: <https://amarildocharge.wordpress.com/2013/01/14/politicos-origem/>

³ Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-292/>

Figura 8 - Atividade 2 (continuação)

06



a) O CARTUM E A TIRINHA MOSTRAM UMA DAS ETAPAS DA REPRODUÇÃO SEXUADA. COMO SE CHAMA ESSA ETAPA?

b) QUAIS SÃO AS CÉLULAS ENVOLVIDAS NESSE PROCESSO? QUAL SERÁ O PRODUTO DESSE PROCESSO?

c) DISCUTA COM SEUS COLEGAS E ELABOREM JUNTOS UMA EXPLICAÇÃO DE ONDE E COMO OCORRE ESSE PROCESSO NOS SERES HUMANOS:

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 184.

Os conteúdos abordados por meio dessa atividade e os eixos temáticos dos PCN e CBC contemplados estão esquematizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 2

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 2: De onde vêm esses tais genes: a atividade aborda os conceitos centrais para o entendimento de como a reprodução sexuada é importante para a transmissão das características hereditárias.	Vida e Ambiente: - reprodução sexuada e assexuada; - variabilidade genética.	III - Construindo Modelos Tema: 13 - Mecanismos de Herança: 28.1. Associar o processo da hereditariedade como a transmissão de características dos pais para seus filhos.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 78.

A atividade 2 contempla os conteúdos propostos pelos referenciais curriculares dos PCN e CBC. Aborda os conceitos centrais para o enten-

dimento da reprodução sexuada como um processo essencial para a variabilidade genética dos seres vivos que realizam esse tipo de reprodução e como o processo é responsável pela transmissão das características dos pais para os filhos.

É importante ressaltar que, para os CBC, a abordagem da reprodução sexuada deve ser realizada através do tema 7, “Evolução dos seres vivos”, no tópico 15, “Adaptações reprodutivas dos seres vivos”, no 7º ano do ensino fundamental II (MINAS GERAIS, 2006). Mesmo com essa orientação, optamos por apresentar esse conteúdo no Almanaque, devido à sua relevância para a compreensão dos mecanismos de herança genética.

O desenvolvimento da atividade em sala foi iniciado pela professora com o auxílio de uma apresentação de slides contendo textos e imagens que abordavam a reprodução sexuada. Houve muitas intervenções dos alunos, dentre elas, destacamos o fato de eles acreditarem que, para que ocorra a reprodução sexuada, deve, obrigatoriamente, haver o ato sexual. Se não há sexo, eles acreditam que a reprodução seja assexuada. Esse tipo de confusão pode ser comum pela semelhança das palavras sexo e sexuada, mas também por uma possível deficiência no estudo dos tipos de reprodução que os seres vivos praticam. A aula foi finalizada com a solicitação da professora de que os alunos realizassem as questões de “a” a “c” em casa.

A aula seguinte ocorreu com a turma separada, somente com meninas, enquanto os meninos participavam da aula de educação física. Isso se deu pelo fato, já explicitado anteriormente, de que em um dia da semana as turmas são divididas – enquanto os meninos realizam uma aula de educação física, as meninas assistem à aula de ciências, no horário seguinte a lógica se inverte. A ocorrência dessa dinâmica se justifica pela necessidade de aulas práticas do conteúdo de ciências, que ocorrem no laboratório de ciências do colégio, o qual não comporta toda a turma em uma única aula. Assim, com a turma reduzida pela metade, a professora de ciências pode levar os seus alunos para realizarem atividades práticas nos laboratórios ou mesmo nas áreas externas da escola.

Nessa primeira aula, as alunas realizaram a leitura do texto “De onde vêm esses tais genes”, e a professora pontuou novamente o que é a reprodução sexuada, buscando diminuir as dúvidas das alunas sobre a temática apresentada na aula anterior. A professora chamou a atenção para os cromossomos sexuais representados pelas letras X e Y nas ilustrações da história (página 5 do Almanaque) e seguiu com uma explicação detalhada do processo de fecundação com auxílio do seguinte esquema escrito no quadro:

*Espermatozoide + óvulo -> zigoto -> nidação (fixação do zigoto no útero)
-> sucessivas divisões do zigoto -> embrião -> feto*

Após a explicação, a professora solicitou que uma aluna lesse os textos indicados na atividade. Ela ressaltou que a tirinha “#292”, de Fábio Coala, não representa uma fecundação, já que girinos não fecundam óvulos. Durante a discussão das questões, muitas alunas demonstraram ter dúvidas sobre qual seria o produto da fecundação, se seria zigoto ou embrião. A professora esclareceu que seria zigoto, pois o embrião é fruto de várias divisões do zigoto. Essa mesma dúvida foi recorrente na discussão das questões na aula seguinte, em que havia somente meninos na sala de aula.

A questão “c” propunha uma discussão em sala de aula antes da resposta. Porém, a professora solicitou que as estudantes respondessem em casa, o que, *a priori*, inviabilizaria o debate na sala de aula. No entanto, durante a correção, houve um intenso debate entre as alunas e a professora, quando muitas dúvidas foram levantadas e discutidas, o que criou a possibilidade de debate sobre o assunto e a construção dos conceitos coletivamente, dando, assim, eco às dúvidas das alunas sobre como se dá o processo.

Diante do debate sobre como ocorre a fecundação, a professora retomou a explicação de como se dava a reprodução sexuada e desenhou no quadro um esquema do aparelho reprodutor feminino, com o útero, o

canal vaginal, onde os espermatozoides penetram, as tubas uterinas com o óvulo saindo do ovário e o espermatozoide fecundando o óvulo nas tubas uterinas. Durante a explicação, a professora esclareceu as dúvidas das meninas sobre penetração, ovulação e menstruação.

Na segunda aula do dia, havia somente alunos do sexo masculino na aula de ciências, enquanto as meninas estavam participando da aula de educação física. A dinâmica da aula foi semelhante à anterior, e também houve um intenso debate entre alunos e professora. Diferentemente da aula em que havia somente meninas, no debate entre os meninos surgiram novas dúvidas, principalmente aquelas ligadas aos métodos contraceptivos, doenças sexualmente transmissíveis e sobre o ato sexual. Nota-se que, na mudança de gênero, os interesses também se alteram. As meninas, diferentemente dos meninos, procuram informações sobre temas mais característicos do universo feminino, como as preocupações com o ciclo menstrual, enquanto os meninos se preocupam com temas mais amplos, relacionados ao bem-estar sexual.

Em uma análise das respostas dos alunos dadas à questão “a”, pudemos notar que eles não possuíram dúvidas sobre o nome do processo, uma vez que a questão foi respondida por 31 alunos, dos quais trinta responderam corretamente “*fecundação*”, e somente um respondeu “*o DNA*”.

Sobre as respostas dadas à questão “b”, dos 31 alunos que responderam, sete o fizeram parcialmente, citando somente as células sexuais envolvidas, “*óvulo e espermatozoide*”, não respondendo qual seria o produto da fecundação; oito responderam inadequadamente, não citando os dois gametas e/ou citando outros produtos que não o zigoto, como, por exemplo, “*O produto será um feto*” e “*Útero e espermatozoide*”; e 16 responderam adequadamente, como, por exemplo, “*Espermatozoide e óvulo. O produto desse processo é o Zigoto.*” Essas últimas respostas nos sinalizam para o desenvolvimento da dimensão processual do conteúdo, na qual os alunos relacionam causas e efeito.

É importante ressaltar que, no estudo sobre reprodução sexuada no

ensino fundamental, é comum a presença do termo “óvulo” para designar a célula reprodutiva feminina, em oposição ao termo científico correto, que é “ovócito II”. Esse é um erro conceitual recorrente em manuais e práticas escolares do ensino básico, que pode ser compreendido pela ausência do estudo sobre a gametogênese nesse nível de ensino, sendo comum a sua compreensão somente em estudos no ensino superior.

28 alunos responderam à questão “c”, sendo que, desses, 25 fizeram uma descrição completa de como ocorre o processo de fecundação, como no exemplo:

- “Ocorre quando o homem e a mulher fazem sexo e os espermatozoides vão procurar o óvulo para fecundar, quando apenas um espermatozoide consegue fecundar e os outros vão para outro caminho e o espermatozoide que se fecundou com o óvulo vai gerar o bebê.”

A maioria das respostas aponta para o desenvolvimento do conteúdo procedimental, quando os alunos explicam os fenômenos em estudo evidenciando uma apropriação dos conceitos trabalhados.

Apenas um aluno respondeu que o processo ocorre nas trompas, mas não descreveu como ocorre. Dois outros responderam: *“Quando o homem faz uma relação sexual com a mulher.”* Essas últimas respostas demonstram que esses três alunos ainda não compreenderam bem o processo da reprodução sexuada.

Essa aula foi a última antes do recesso escolar de julho. Após esse período, a professora retomou os conceitos sobre reprodução sexuada e pediu aos alunos que direcionassem a atenção para o texto da página 5 do Almanaque, onde destacou a transmissão dos cromossomos X e do Y através dos gametas. Os estudantes questionaram por que estava escrito “22+X” e “22+Y” nas ilustrações, e a professora explicou que os seres humanos herdam 22 cromossomos, chamados autossomos, de cada gameta e mais o cromossomo X do óvulo e o cromossomo X ou o Y do espermatozoide, que são chamados gonossomos, formando, assim, o nosso

cariótipo de 46 cromossomos. Disse, a seguir, que esse conteúdo seria estudado mais a fundo na atividade 3. A aula foi finalizada com a projeção de uma imagem mostrando o processo da fecundação. A docente revisou o processo e falou novamente sobre ciclo menstrual e ovulação.

A atividade 2 é finalizada com uma seção “Dicionário de Genetiquês”.

Figura 9 - Dicionário de Genetiquês da atividade 2

07

NESTA ATIVIDADE VOCÊ TERÁ A OPORTUNIDADE DE ELABORAR A SUA PRÓPRIA DEFINIÇÃO SOBRE TERMOS QUE SÃO MUITO UTILIZADOS NO ESTUDO DE GENÉTICA. TODA VEZ QUE VER ESTE LIVRINHO, VOCÊ DEVERÁ VOLTAR AOS CONTEÚDOS ESTUDADOS E ELABORAR UMA DEFINIÇÃO PARA AS PALAVRAS APRESENTADAS! VAMOS LÁ! MÃOS À OBRA





DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

REPRODUÇÃO SEXUADA: _____

ESPERMATOZÓIDE: _____

ÓVULO: _____

FECUNDAÇÃO: _____

ZIGOTO: _____

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 185.

A seção “Dicionário de Genetiquês” proposta na atividade 2 não foi corrigida em sala de aula, mas foi respondida no Almanaque por 28 alunos. O objetivo da seção era que eles elaborassem suas próprias definições sobre os conceitos trabalhados. Esse objetivo foi alcançado em 26 respostas, nas quais as conceituações foram objetivas e faziam menção ao que foi trabalhado, fato pode ser observado nas reproduções a seguir:

- Reprodução assexuada: “reprodução que necessita de células de sexos opostos”.
- Espermatozoide: “célula reprodutora masculina”.

- Óvulo: *“célula reprodutora feminina”*.
- Fecundação: *“encontro do espermatozoide com o óvulo”*.
- Zigoto: *“(ou ovo) resultado da fecundação”*.

As respostas apresentadas pelos alunos, como a citada acima, sinalizaram, não somente para o desenvolvimento da dimensão conceitual do conteúdo, mas também para o desenvolvimento da dimensão procedimental, já que os alunos compreendem bem os fenômenos e conseguem descrevê-los adequadamente.

Somente duas respostas foram mais complexas, contendo informações e conceitos científicos que não foram trabalhados por meio das atividades, como “fusão de dois gametas” e “célula diploide”, sendo um possível indício de que os alunos copiaram as definições de outras fontes, como no exemplo:

- Reprodução assexuada: *“é o processo em que ocorre a fusão de dois gametas de indivíduos da mesma espécie, produzindo descendências variadas”*.
- Espermatozoide: *“é uma célula reprodutiva presente em todos os animais do sexo masculino”*.
- Óvulo: *“é a célula sexual feminina”*.
- Fecundação: *“é quando há a penetração do gameta masculino (espermatozoide) no feminino (óvulo)”*.
- Zigoto: *“é a célula diploide resultante da união de núcleo de duas células mutuamente compatíveis”*.

Embora tenhamos suspeitado da cópia de outras fontes, isso não foi questionado aos alunos. Se, por um lado, podemos analisar que a cópia pode ser negativa, por outro, podemos constatar que eles buscaram mais informações sobre o que tinha sido abordado na sala de aula, revelando atitudes proativas de busca pelo conhecimento.

Ao observar algumas das respostas ao “Dicionário de Genetiquês”, podemos identificar o desenvolvimento de conteúdos atitudinais, uma

vez que eles explicam fenômenos observados de certa apropriação do que os alunos compreenderam (CARVALHO, 2013). A presença de respostas que supostamente foram fruto de pesquisa nos remete, ainda, à possível promoção de uma postura ativa entre os alunos na busca por conhecimentos. Essa postura que extrapola o que foi trabalhado em sala de aula vai ao encontro das orientações dos CBC, que sugerem que seja necessário criar um ambiente em sala de aula que valorize a investigação e a pesquisa na construção de conhecimentos (MINAS GERAIS, 2006).

3.3 Atividade 3: Armazenamento das informações genéticas

A atividade 3 contempla os conteúdos propostos pelos PCN para o 9º ano do ensino fundamental II ao realizar a abordagem da hereditariedade como consequência da manifestação das informações genéticas armazenadas no núcleo das células eucarióticas. As orientações curriculares propostas pelos CBC não fazem menção ao conteúdo em nenhuma das séries do ensino fundamental II. Mesmo assim, entendemos que a sua apresentação é de grande importância para que os alunos possam compreender onde e como as informações genéticas são armazenadas, o que pode auxiliá-los na compreensão dos mecanismos de hereditariedade.

Quadro 3 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 3

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos
Atividade 3: Armazenamento das informações genéticas: compreensão de como as informações genéticas são armazenadas nos seres vivos.	Vida e Ambiente: - reconhecimento dos sistemas em nível celular; - compreensão da célula como unidade estrutural dos seres vivos. Ser Humano e Saúde: - análise mais profunda dos mecanismos de reprodução e hereditariedade em nível cromossômico, a partir do entendimento da célula.	O documento não faz menção ao conteúdo.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p.79.

A terceira atividade do Almanaque é iniciada com a proposta de leitura e interpretação das páginas 22 e 33 do livro *Genética e DNA em Quadrinhos*, de Mark Schultz (Roteiro), Zander Cannon e Kevin Cannon (Arte), que apresenta como as informações genéticas estão armazenadas no núcleo das células eucarióticas e propõe aos alunos a realização de uma pesquisa (Figura 10).

Figura 10 - Atividade 3

CHALLENGE ACCEPTED NEM VEM ME TROLLAR SR. TROLL!!!
 ESSA FOI SÓ UMA FORMA DIVERTIDA DE
 EXPLICAR QUE AS CÉLULAS SEXUAIS
 CARREGAM EM SEUS NÚCLEOS AS
 INFORMAÇÕES GENÉTICAS NECESSÁRIAS
 PARA GERAR UM NOVO SER VIVO!!!

MAS E AI??? DE ONDE VEM
 ESSA TAL INFORMAÇÃO GENÉTICA??
 DE UMA MALA???
 EXPLICA ISSO DIREITO...

ATIVIDADE 3 **ARMAZENAMENTO DAS INFORMAÇÕES GENÉTICAS**

VAMOS ENTENDER ENTÃO COMO AS INFORMAÇÕES GENÉTICAS ESTÃO ARMAZENADAS NO NÚCLEO DAS CÉLULAS. LEIA AS PÁGINAS 29 E 33 DO LIVRO *GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS* DE MARK SCHULTZ (ROTEIRO), ZANDER CANNON E KEVIN CANNON (ARTE)

VOCÊ SABE O QUE É UMA MACROMOLÉCULA??
 PESQUISE E NOS CONTE:

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 186.

A professora solicitou que os alunos fizessem, em casa, a pesquisa pedida na atividade 3, além de todas as questões propostas na atividade 4. Durante a correção oral, pudemos constatar que muitos pesquisaram na internet, pois deram respostas muito parecidas. A professora deu mais detalhes sobre o que é uma macromolécula, apresentou outros exemplos e falou sobre DNA.

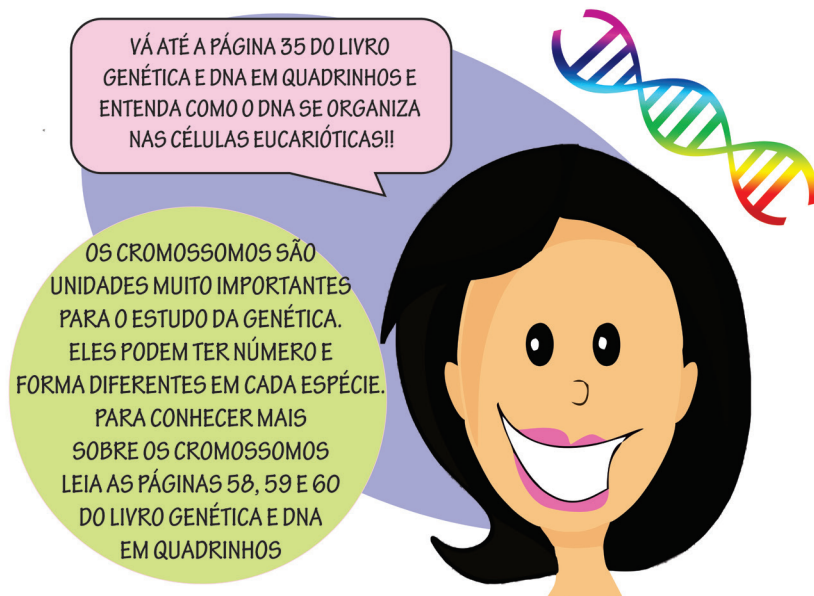
Ao analisarmos as respostas dos alunos à pesquisa, vimos que trinta deles a realizaram, sendo que a maioria (26 alunos) copiou integralmente a definição do que é uma macromolécula: a maior parte das respostas era igual ou muito semelhante. Como exemplo das respostas dadas, podemos citar:

- *“Macromolécula é uma molécula gigantesca, de elevada massa molecular relativa constituída de unidades estruturais que se repetem.”*

Apenas quatro alunos buscaram responder a questão com as próprias palavras e fizeram menção ao texto lido, como no exemplo:

- *“É uma grande molécula que armazena um conjunto de características.”*

Na sequência da atividade 3, a personagem da Professora Genna indica aos alunos a leitura da página 35 do livro *Genética e DNA em Quadrinhos*. O trecho do livro explica como ocorre a organização do DNA nas células eucarióticas, mostrando a relação entre o núcleo, os cromossomos, o DNA e os genes. Na mesma atividade a Professora Genna ressalta a relevância da compreensão sobre os cromossomos no estudo da genética e sugere aos alunos a leitura das páginas 58 a 60 do mesmo livro, onde há um trecho que apresenta informações sobre o que são os cromossomos, fala de sua característica espécie-específica, diferencia os dois tipos de cromossomos – os gnossomos e os autossomos – e finaliza abordando a relação homóloga que os cromossomos possuem.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 187.

Na sequência da atividade 3, a personagem Professora Genna indica aos alunos a leitura da página 34 do livro *Genética e DNA em Quadrinhos*, onde há uma analogia entre o armazenamento das informações genéticas nas células eucarióticas e o armazenamento de dados em um computador. O núcleo é representado como um cofre que armazena os discos rígidos, que seriam os cromossomos, enquanto os genes seriam os arquivos de dados armazenados nos discos rígidos.

Figura 12- Atividade 3 (continuação)

10

USE ESTE ESPAÇO PARA A ATIVIDADE 3

AGORA LEIA OS QUADRINHOS DA PÁGINA 34 DO LIVRO GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS. NELA HÁ UMA ANALOGIA ENTRE O ARMAZENAMENTO DE DADOS NO NÚCLEO DAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS COM O ARMAZENAMENTO DE DADOS DE UM COMPUTADOR.

REÚNA COM SEUS COLEGAS E DISCUTA QUAIS NOVAS ANALOGIAS PODEMOS FAZER PARA TENTAR EXPLICAR COMO SÃO ARMAZENADAS AS INFORMAÇÕES GENÉTICAS DOS SERES EUCARIÓTICOS.

CRIEM UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS, UMA CHARGE, UM CARTUM OU UMA TIRINHA COM A ANALOGIA QUE VOCÊS CRIARAM.

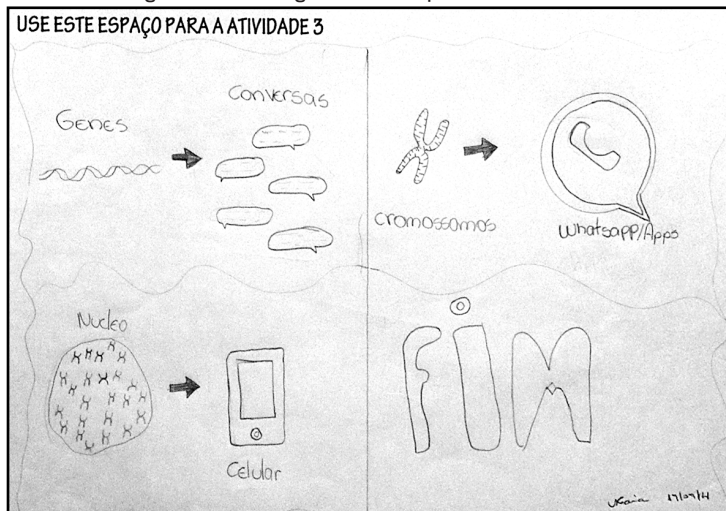
Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 189.

A proposta de leitura dos trechos sugeridos do livro teve por objetivo introduzir os conteúdos esquematizados no Quadro 3 e servir como material de apoio aos alunos na elaboração de diferentes analogias para explicar o armazenamento das informações genéticas. Para tanto, a professora solicitou que os alunos se reunissem em duplas ou trios para ler e discutir os textos da atividade e criar as analogias.

Durante o trabalho em grupos, os alunos conversaram sobre os textos, enquanto eu e a professora acompanhamos os trabalhos de perto e demos orientações e sugestões aos grupos. A docente se insere nessa lógica de construção do conhecimento como uma mediadora, que organiza os conhecimentos, oferece e incentiva a busca por fontes de informação (LIBÂNEO, 2004). A dinâmica coletiva de realização da tarefa nos indica o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, uma vez que os alunos realizam a resolução de problemas em pequenos grupos (CARVALHO, 2013).

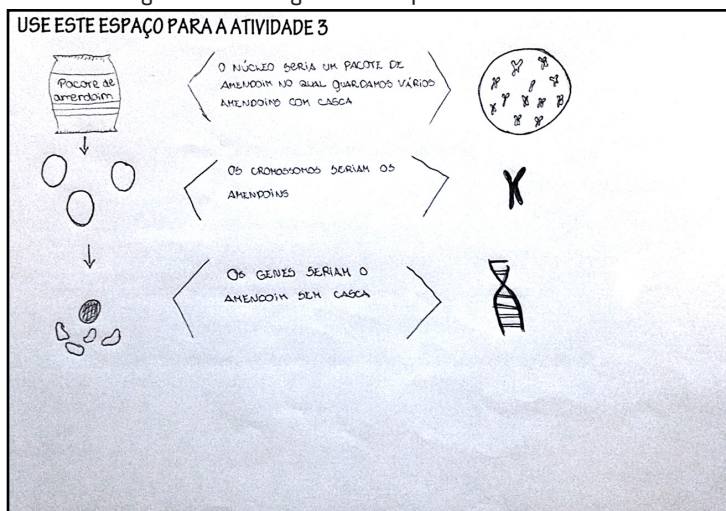
Os alunos tiveram as duas horas/aula do dia para elaborarem as analogias. O trabalho foi desenvolvido em grupos por 23 alunos. Foram feitas oito analogias diferentes, apresentadas nas figuras a seguir.

Figura 13 - Analogia com um aplicativo de celular



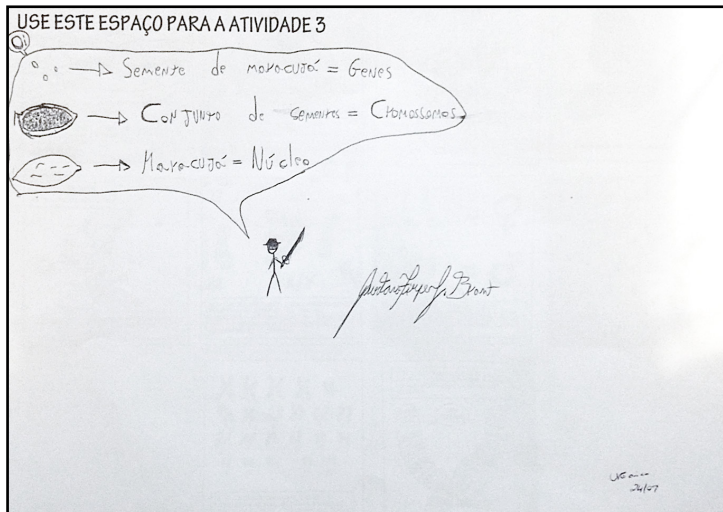
Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 101.

Figura 14 - Analogia com um pacote de amendoim



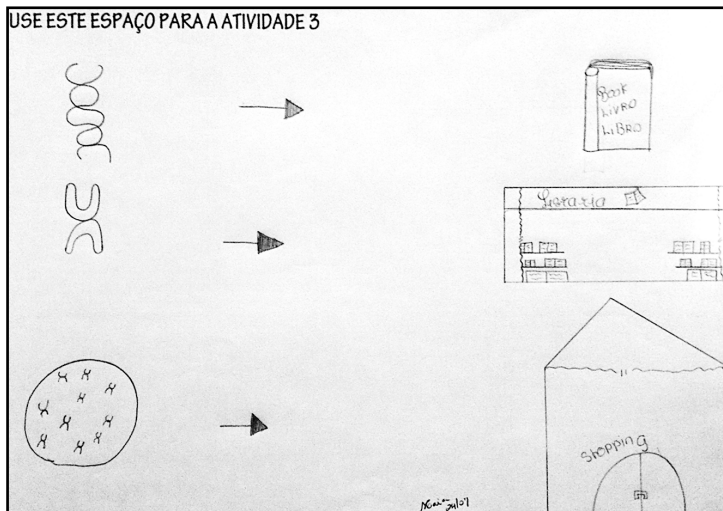
Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 102.

Figura 15 - Analogia com um maracujá



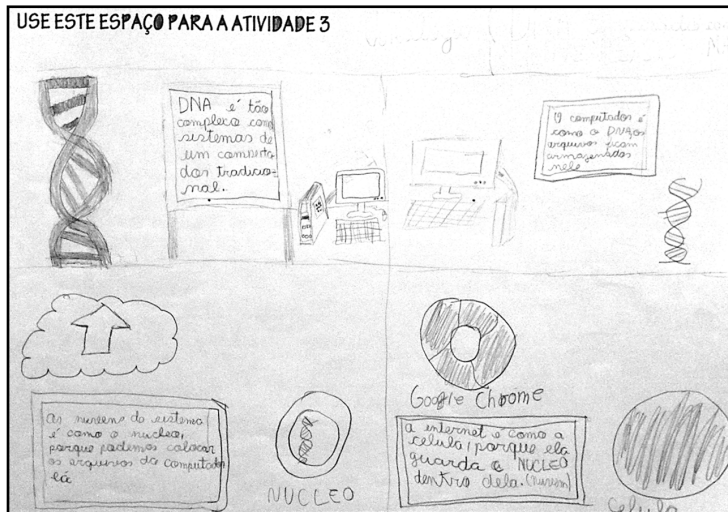
Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 102.

Figura 16 - Analogia com um shopping



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 102.

Figura 17- Analogia com a internet



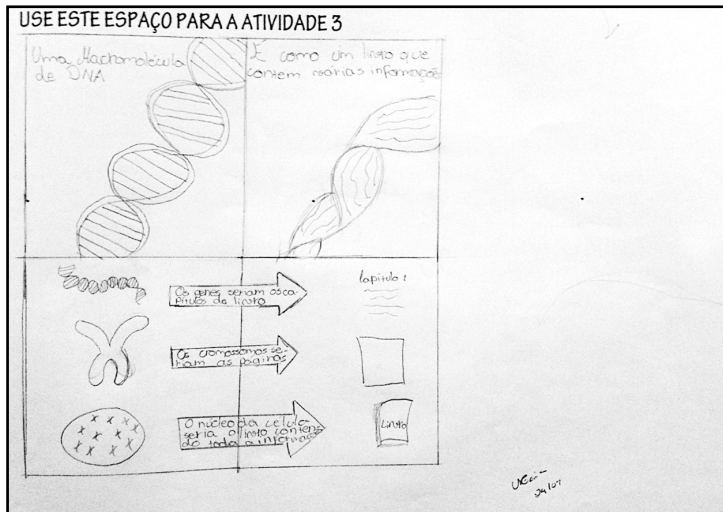
Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 103.

Figura 18 - Analogia com uma garagem



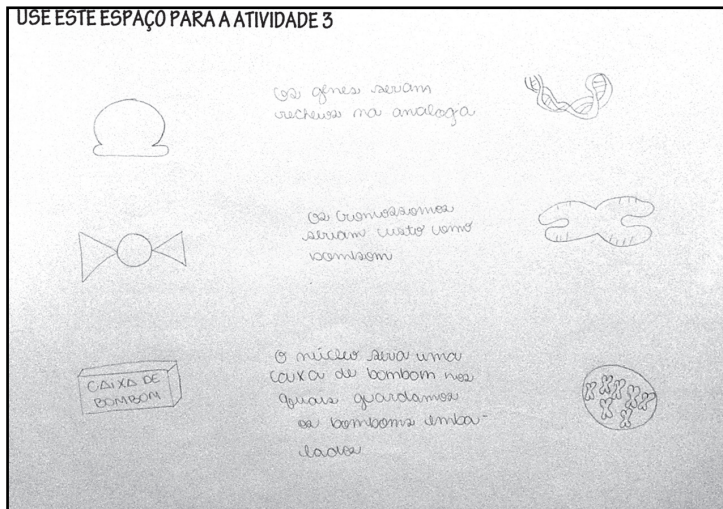
Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 103.

Figura 19 - Analogia com um livro



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 104.

Figura 20 - Analogia com uma caixa de bombons



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 105.

A analogia, no presente caso, busca estabelecer uma relação ou comparação entre algo que é conhecido pelo leitor, ou ouvinte, e aquilo que é desconhecido dele. O uso de analogias foi, e continua sendo, frequente em investigações científicas e em relatos presentes na história da ciência, em que o pesquisador busca esclarecer um fato às luzes de outro já bem descrito (DUARTE, 2005).

Sendo um recurso comum em pesquisas científicas, as analogias tornaram-se um recurso didático presente em práticas pedagógicas e alvo recente de investigações no campo da educação em ciências (DUARTE, 2005). A utilização de analogias no ensino de genética, assim como em outras temáticas que apresentam conceitos científicos complexos, se configura como uma prática eficaz, que auxilia os alunos na compreensão do que está sendo estudado. Através de analogias, o conteúdo pode ser aproximado do aluno por meio de uma linguagem mais simples, próxima daquela praticada por eles, além de fazer uma relação entre o cotidiano deles e o conhecimento científico (KALAMAR e MACHADO, 2014).

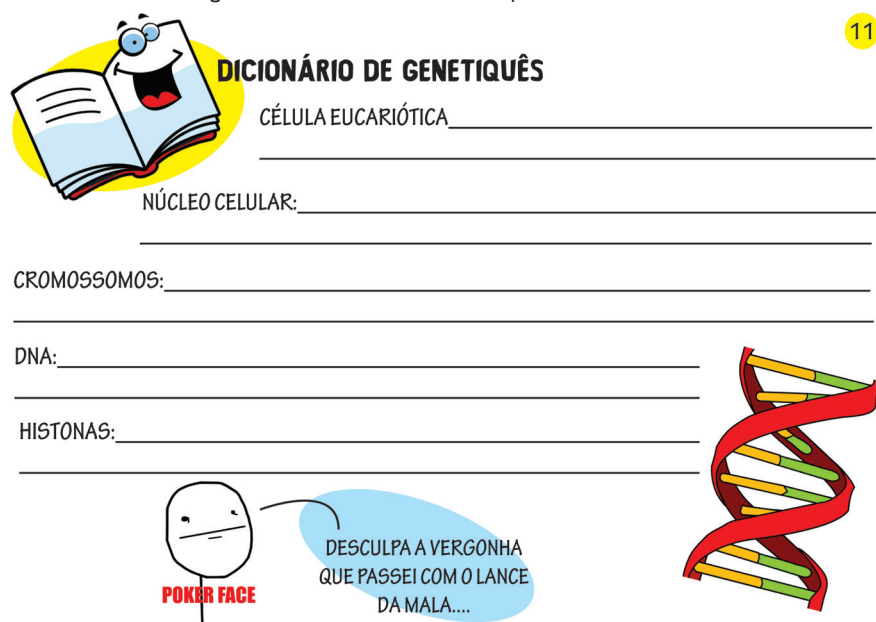
Kalamar e Machado (2014), ao realizarem um levantamento de presença de analogias no conteúdo de genética em livros de biologia aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012, detectaram a alta frequência desse recurso. Os autores apontam que esse fato está ligado diretamente ao alto nível de abstração do conteúdo de genética, fazendo necessária a presença desse recurso como facilitador na compreensão dos conceitos estudados. Os estudiosos apontam, ainda, que a presença desse recurso nas aulas de ciências e biologia é algo comum no processo de ensino, sendo as analogias frutos não somente do livro didático, mas também das vivências pessoais dos professores e dos próprios alunos.

As analogias feitas pelos alunos durante esta investigação representaram bem a forma como os dados são armazenados pelo DNA por meio de elementos do cotidiano associados ao conhecimento científico. Assim como apontado por Vygotsky (2005), acreditamos que a associação entre os conhecimentos científicos e os espontâneos é essencial na compreensão dos primeiros.

Podemos identificar, nas analogias produzidas pelos alunos, que houve o desenvolvimento de conteúdos atitudinais e procedimentais. Através delas, eles relatam, utilizando textos e imagens, as relações entre ações e fenômenos (CARVALHO, 2013). Entendemos que essa atitude implica em uma apropriação do discurso científico vinculado ao discurso praticado no cotidiano dos alunos. Para Vygotsky (2005), esse vínculo entre o discurso científico e o cotidiano é essencial, uma vez que a compreensão dos conceitos científicos deve ter, para o aluno, traços do seu pensamento espontâneo, pois o científico não faz parte da sua vida cotidiana e é construído a partir de um esforço intelectual, sendo a associação com o cotidiano mais significativa.

Ao final da atividade, é proposta uma seção do “Dicionário de Genetiquês”:

Figura 21 - Dicionário de Genetiquês da atividade 3



Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 191.

Essa atividade foi respondida por 31 alunos. Desses, 15 apresentaram respostas complexas, contendo informações e conceitos científicos que não foram trabalhados nas atividades, sendo um possível indício de que realizaram uma pesquisa e copiaram as definições de outras fontes. Isso pode ser identificado no exemplo abaixo:

- Células eucarióticas: *“possuem membrana nuclear individualizada e vários tipos de organelas”*.
- Núcleo: *“é uma estrutura presente nas células eucarióticas, que contém o DNA da célula”*.
- Cromossomos: *“é uma longa sequência de DNA, que contém vários genes e outras sequências de nucleotídeos”*.
- DNA: *“é um composto orgânico, cujas moléculas contêm as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento do ser vivo”*.
- Histonas: *“são as principais proteínas que compõem o nucleossomo”*.

Conforme Bugallo (1995), os alunos do ensino fundamental nem sempre têm contato com os conteúdos sobre genética e muito menos com os conceitos e seus significados. A ausência do ensino da genética no ensino básico se estende para o ensino médio. Loreto e Sepel (2003) apontaram, em uma pesquisa com alunos do ensino médio, que a maioria deles não compreendia o significado do termo DNA e o associaram a temas como teste de paternidade e exames de detecção de doenças. Ao vermos respostas como as apresentadas acima, podemos inferir sobre uma possível pesquisa em outros canais que não somente o livro didático utilizado na escola, principalmente frente à presença de expressões como *“um composto orgânico, cujas moléculas contêm as instruções genéticas”*, que não estão presentes no Almanaque ou no livro didático. Novamente, a presença de respostas que supostamente foram fruto de pesquisa nos remete à possível promoção de uma postura ativa entre os alunos na busca por conhecimentos, assim como orientado pelos CBC (MINAS GERAIS, 2006).

Não foi verificado, nessa atividade, se os alunos dominavam os conceitos, uma vez que estes, na ocasião, não foram problematizados. Ao identificarmos que o domínio dos conteúdos e conceitos ainda era superficial, podemos dizer que, para a sua apropriação, seria necessário um trabalho mais sistematizado sobre eles, o que foi realizado nas atividades posteriores.

Não era nosso objetivo a apropriação desses conceitos nesse primeiro momento, mas pelo menos um primeiro contato com eles, como forma de introduzir outros conceitos à frente. A partir das atividades realizadas, posteriormente foi possível identificar que, frente ao desenvolvimento da sequência didática, os alunos passaram a dominar conceitos essenciais à compreensão dos mecanismos de hereditariedade, tais como *núcleo*, *cromossomos* e *DNA* (essa compreensão será pontuada nas próximas descrições das atividades do Almanaque). O que podemos observar é que, de alguma forma, as aulas com o Almanaque levaram alguns alunos à busca de maiores conhecimentos.

Ressaltamos saber a diferença entre a busca de informação e a apropriação da informação. Entretanto, entendemos como positiva essa ação dos alunos, no sentido da pesquisa, a fim de extrapolar os conceitos trabalhados, tal como orientado pelos CBC sobre a promoção de uma postura ativa dos estudantes na busca pelo conhecimento (MINAS GERAIS, 2006).

Dos 31 alunos que realizaram a atividade, os outros 16 criaram suas próprias definições para os conceitos científicos estudados, baseados no texto apresentado, como no exemplo:

- Célula eucariótica: *“uma célula que possui um núcleo”*.
- Núcleo: *“a parte central de uma célula eucariótica onde estão os cromossomos”*.
- Cromossomos: *“uma estrutura dentro do núcleo da célula que carrega o DNA”*.

- DNA: “aquilo que carrega as informações genéticas de um ser vivo – ácido desoxirribonucleico”.
- Histonas: “complexo de proteínas”.

Essas respostas dos alunos nos remetem ao fato de que eles interpretaram os quadrinhos lidos e, a partir dessa interpretação, elaboraram suas próprias definições para os termos questionados, sem necessitarem de uma pesquisa. Essa ação demonstra sua compreensão dos termos, uma vez que eles realizam o esforço intelectual de interpretar as informações apresentadas e elaborar suas próprias definições. Essa ação indica o desenvolvimento de conteúdos atitudinais na realização da atividade (CARVALHO, 2013).

A compreensão da terminologia científica foi apontada por Scheid e Ferrari (2006) como um obstáculo à aprendizagem da genética. Assim, as respostas dos alunos que nos remetem à compreensão dos termos básicos apresentados se configuram como uma superação dessa dificuldade. A utilização de práticas dialógicas e contextualizadas no ensino da genética, como ocorreu nas aulas acompanhadas, favoreceu a construção dos conhecimentos, tal como apontado por Scheid e Ferrari (2006).

3.4 Atividade 4: O DNA e a vida na Terra

A atividade busca trabalhar conceitos relacionados ao DNA por meio da leitura e interpretação da tira “Frank and Ernest”, do cartunista Bob Thaves⁴, que aborda a função da macromolécula de DNA de armazenar as informações genéticas, e da tira “Quase nada 236”, de Fábio Moon e Gabriel Bá⁵, que aborda uma reflexão sobre a origem das diferenças entre os seres vivos.

⁴ Disponível em: <https://goo.gl/3Hjoms>

⁵ Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/10paezinhos/10741553784/>

Os conteúdos propostos na atividade segundo os referenciais curriculares dos PCN e CBC estão esquematizados no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 4

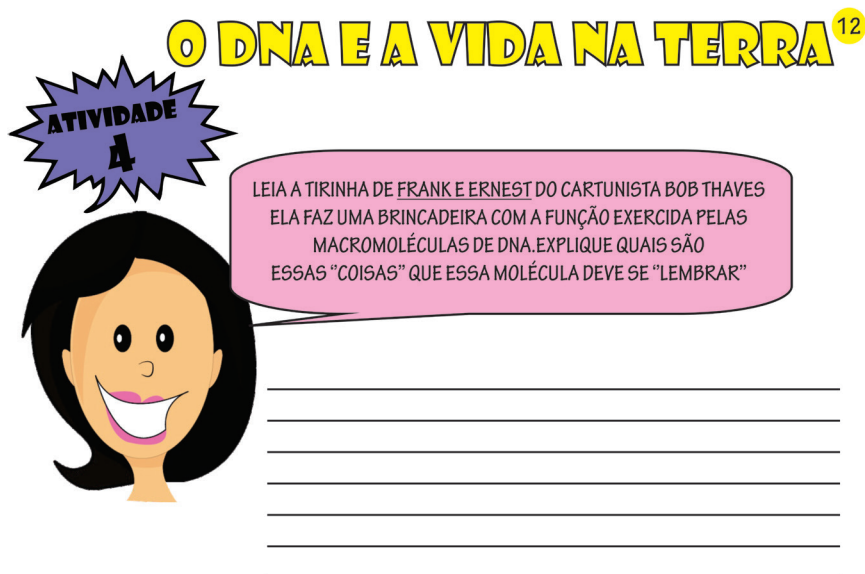
Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 4: O DNA e a vida na Terra: traz uma introdução da importância dos fatores ambientais na determinação de fenótipos e a importância da variabilidade genética na manutenção da variabilidade genética.	Vida e Ambiente: - papel dos fatores ambientais na determinação de fenótipos; - variabilidade genética.	III - Construindo Modelos Tema: 13 - Mecanismos de Herança: 28.0. Compreender que o meio ambiente pode alterar o fenótipo de um indivíduo. 28.1. Associar o processo da hereditariedade com a transmissão de características de pais para seus filhos.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 80.

A atividade 4 aborda os conteúdos relativos à função do DNA oriundo das gerações anteriores e dos fatores ambientais na determinação das características dos seres vivos. A partir daí, relaciona a importância da variabilidade genética dos seres, como sugerido pelos currículos propostos pelos PCN e CBC. Ambos os documentos orientam para a importância da compreensão de como a hereditariedade e os fatores ambientais são essenciais à variabilidade genética. Assim, essa atividade contempla o que é proposto pelos documentos, de modo a articular os conceitos científicos, possibilitando que o aluno compreenda a relação entre eles.

A atividade 4 (FIGURA 22), “O DNA e a vida na Terra”, foi desenvolvida pelos alunos em casa e a professora realizou a correção, oralmente, em sala. A primeira questão solicita que os alunos leiam a tira de Bob Thaves e expliquem quais as informações as macromoléculas de DNA armazenam.

Figura 22 - Atividade 4



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 192.

Essa questão foi respondida por 28 alunos, sendo que 27 deles responderam adequadamente, utilizando os conceitos científicos trabalhados por meio do Almanaque, como no exemplo:

- “Essas coisas que as moléculas devem se lembrar são as informações genéticas encontradas nos genes que cada macromolécula de DNA carrega.”

Esse tipo de resposta nos remete à apropriação dos conceitos relativos à função do DNA (qual seja, a de armazenar as informações genéticas), além da compreensão de que os genes são as estruturas funcionais da molécula.

Um aluno respondeu:

- “Tem que se lembrar o número de cromossomos.”

Essa resposta desconsiderou a função principal da macromolécula de DNA, que é armazenar as informações genéticas, e não somente o número de cromossomos.

Apenas um aluno apresentou essa resposta inadequada, e, frente ao grande número (27 em 28) dos que apresentaram respostas adequadas, podemos afirmar que eles compreenderam corretamente a função do DNA.

Para Barni (2010), a compreensão dos conceitos básicos sobre genética, como a função do DNA, são essenciais para o entendimento de outros, mais complexos, que exigem uma relação conceitual, como os relacionados à transmissão de características hereditárias. A não compreensão desses termos base torna a aprendizagem sobre genética uma árdua tarefa para os estudantes.

Nas duas questões seguintes, pede-se que eles interpretem a tira de Fábio Moon e Gabriel Bá e respondam qual a origem das diferenças entre os seres vivos e qual a importância dessa diferença.

Figura 23 - Atividade 4 (continuação)

13

LEIA A HQ
"A SEMENTE DAS NOSSAS
DIFERENÇAS"
DE FÁBIO MOON
E GABRIEL BÁ.



INTERPRETE A HQ INDICADA, OBSERVE AS IMAGENS DA HISTÓRIA E AS
RELACIONE COM TUDO QUE VOCÊ VIU ATÉ AGORA E RESPONDA AO
ESQUILO: QUAL É A SEMENTE DAS NOSSAS DIFERENÇAS? OU SEJA,
DE ONDE VEM AS DIFERENÇAS ENTRE OS SERES VIVOS? EXPLIQUE:

DISCUTA COM SEUS COLEGAS E RESPONDA: QUAL A IMPORTÂNCIA DOS SERES
VIVOS SEREM TÃO DIFERENTES UNS DOS OUTROS, MESMO EM UMA MESMA ESPÉCIE?

28 alunos a responderam à segunda questão, e durante sua correção não houve muitas dúvidas. Desses alunos, 26 responderam adequadamente que as diferenças entre os seres vivos são fruto das diferentes informações genéticas que herdamos de nossos pais, porém, não apontaram os fatores ambientais como influência na diferenciação entre seres vivos, como no exemplo:

- *“As diferenças entre os seres vivos vêm das diferentes informações genéticas que estão no DNA que cada ser carrega em seus cromossomos.”*

Acreditamos que o fato de os alunos desconsiderarem os fatores ambientais como passíveis de alterar o fenótipo se deu porque essa temática ainda não havia sido desenvolvida nas atividades anteriores, uma vez que seu foco seria na atividade posterior. Porém, durante a correção, a professora ressaltou que muitas das diferenças entre os seres vivos são influenciadas por fatores ambientais, como cor da pele em decorrência dos raios solares, por exemplo.

Dois alunos responderam à questão adequadamente e apontaram a influência dos fatores ambientais na diferenciação entre seres vivos:

- *“Das necessidades de sobrevivência e de seus antecedentes.”*

- *“As diferenças vêm dos genes que são diversificados entre os ambientes do mundo.”*

Essas respostas nos aponta para o fato de que, mesmo antes de os alunos estudarem a fundo a influência dos fatores ambientais na determinação de fenótipos, essa pequena parcela (dois em 28) já correlaciona os fenômenos. Todas as respostas foram adequadas, não apresentaram erros conceituais e demonstraram que os alunos se apropriaram dos conceitos relacionados à função do DNA como estrutura responsável pela determinação das características dos seres vivos.

21 estudantes responderam à terceira questão da atividade. Desse total, 18 responderam que a importância da diferença entre os seres

vivos está relacionada à identificação deles, desconsiderando que a variabilidade genética é importante para a evolução das espécies e sua adequação aos diferentes ambientes, como no exemplo:

- *“A importância é que cada uma de suas diferenças ajuda a identificar quem é, de onde é aquela pessoa e também ajuda a distinguir aquela pessoa.”*

O estudo sobre evolução e adaptação das espécies não foi realizado nas atividades anteriores. Porém, três alunos consideraram a importância da variabilidade genética na adaptação aos diferentes ambientes e situações:

- *“Pois a diferença faz com que o ser vivo sobreviva em diferentes situações.”*

- *“Uma doença acabaria com a vida na Terra se tivessem o mesmo organismo.”*

- *“A importância é que se eles forem todos iguais em uma epidemia todos morreriam; como nós somos diferentes, nem todos morreriam em uma epidemia.”*

Segundo os PCN e CBC, o estudo sobre evolução e adaptação é direcionado ao sétimo ano do ensino fundamental. Essa temática não foi resgatada por meio das atividades no Almanaque, mas era de se esperar que mais alunos associassem a importância da variabilidade genética com a evolução das espécies. Quando um aluno responde a essa questão dizendo que a diferença é aquilo que permite ao ser vivo sobreviver em contextos diversos, significa que ele pode estar associando os conceitos de variabilidade genética e adaptação.

Se esse é esse um tipo de interpretação que surge nas respostas, podemos entender que as ações realizadas em sala de aula com as atividades do Almanaque cumpriram a sua função de promover uma problematização e a construção dos conhecimentos pertinentes à temática. Ora, se a proposta de trabalho foi introduzir os conceitos referentes à função

do DNA na definição de características e a importância da variabilidade genética, as respostas mostram que esses conceitos foram apropriados pelos alunos de forma limitada. Isso porque apenas três dos 21 estudantes relacionam a importância da variabilidade genética com a evolução e adaptação das espécies.

A teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky enfatiza a importância da construção social e coletiva da aprendizagem. Para o autor, a internalização de conhecimentos científicos é promovida pela escolarização e, dificilmente, pode ser promovida em outro ambiente que não o da escola. Essa internalização se dá pelas relações estabelecidas na escola entre os alunos e o meio, tendo o professor como mediador entre o conhecimento e os alunos, utilizando as ferramentas culturais disponíveis (VYGOTSKY, 2005). A internalização dos conceitos relativos à função do DNA foi promovida durante essa atividade, na qual os alunos tiveram a oportunidade, oferecida pela professora, de se relacionarem com o conhecimento científico por meio do Almanaque.

Como apontado por Loreto e Sepel (2003) e Justina e Ripel (2003), muitas das informações a que os alunos têm acesso são oriundas dos meios de comunicação como internet e televisão. Esses meios nem sempre veiculam informações completas e, por vezes, verídicas, sobre o conhecimento científico, principalmente aqueles relativos às tecnologias envolvidas no estudo e aplicação genética, sendo, a escola, a principal fonte de informação, esperamos que sólidas, para a formação do pensamento científico. Assim, por meio da realização das atividades, a escola pôde cumprir o seu papel de fornecer aos alunos as informações necessárias para o desenvolvimento dos conceitos relativos ao estudo da genética.

Contudo, a atividade 4 não foi desenvolvida em conjunto entre alunos e professora em sala de aula. Houve apenas uma correção das questões propostas, seguida de breves explicações da professora. A ausência de uma problematização e discussão em sala de aula não favoreceu uma relação dialógica entre os pares na construção dos conceitos científicos em estudo, o que culminou no não desenvolvimento de procedimentos e atitudes em sala de aula.

3.5 Atividade 5: Herança genética

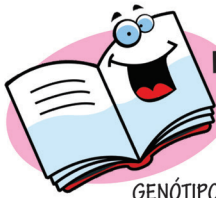
Por meio de um trecho do livro *Genética e DNA em Quadrinhos* (páginas 78 a 83), a atividade 5 (Figura 24) propõe trabalhar com os alunos: a) a necessidade do ser humano de compreender os fenômenos naturais e suas contribuições para o desenvolvimento da ciência e das tecnologias; b) como os trabalhos do monge agostiniano Gregor Mendel contribuíram para o entendimento dos mecanismos da hereditariedade na atualidade.

Figura 24 - Atividade 5



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 194.

Após a leitura e a interpretação da história, é solicitado aos alunos que, reunidos em grupos, reelaborem a história em quadrinhos sobre Gregor Mendel, reescrevendo-a em diferentes gêneros textuais, a saber: conto, crônica, entrevista, carta, poesia, poema, diário e lenda (Figura 25).



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

ALELOS: _____

GENÓTIPO: _____

FENÓTIPOS: _____

CARACTERÍSTICAS AUTOSSÔMICAS: _____

FATORES (GENES) DOMINANTES: _____

FATORES (GENES) RECESSIVOS: _____

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 197.

Os conteúdos propostos na atividade, segundo os referenciais curriculares dos PCN e CBC, estão esquematizados no Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 5

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 5: Herança Genética: problematização de como as necessidades sociais interferem no desenvolvimento científico e como os trabalhos de Gregor Mendel auxiliaram na compreensão atual dos mecanismos de herança genética.	Tecnologia e Sociedade: - compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias. Vida e Ambiente: - variabilidade genética. Ser Humano e Saúde: - Leis de Mendel; - análise mais profunda dos mecanismos de reprodução e hereditariedade em nível cromossômico a partir do entendimento da célula.	III - Construindo Modelos Tema: 13 - Mecanismos de Herança: 28.1. Associar o processo da hereditariedade como a transmissão de características dos pais para seus filhos. 28.2. Analisar, no trabalho de Mendel sobre a transmissão dos caracteres hereditários, a possibilidade de sua manifestação em gerações alternadas (1ª Lei de Mendel).

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 81.

Os PCN apontam como essencial que os alunos compreendam a relação entre as necessidades sociais e o desenvolvimento de tecnologias, o que não acontece nos CBC. Optamos por apresentá-la por entendermos que, a partir do momento em que os alunos compreendem as necessidades sociais que levaram a ciência a pesquisar determinados fenômenos, a compreensão desses e dos conceitos envolvidos torna-se mais significativa.

Ambos os documentos orientam sobre a necessidade de abordar a transmissão de características hereditárias como consequência da reprodução sexuada e como esse tipo de reprodução é importante para a variabilidade genética. A compreensão do fenômeno da hereditariedade passa, como orientação dos dois currículos oficiais, pela compreensão dos resultados do estudo de Gregor Mendel sobre a transmissão de características hereditárias, sinalizando, mais uma vez, para a importância da compreensão das relações de mão dupla entre o desenvolvimento científico e tecnológico e as necessidades sociais.

Em sala de aula, a professora leu a proposta da atividade 5, “Herança genética”, e pediu aos alunos que se organizassem em sete grupos, explicando que a atividade seria feita em parceria com a disciplina de literatura, na qual a professora iria trabalhar com eles as características dos gêneros textuais reportagem, crônica, entrevista, carta, poesia, poema, diário e conto. A execução da atividade não foi realizada nas aulas de ciências, mas em casa e durante as aulas de literatura. As aulas dessa disciplina não puderam ser acompanhadas por incompatibilidade de horários.

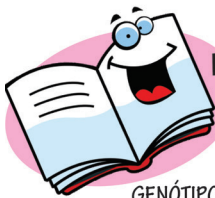
Para introduzir os experimentos de Gregor Mendel que foram importantes para o entendimento sobre a hereditariedade, a professora iniciou a leitura em conjunto do texto da atividade 5. Nesse momento, ela destacou e explicou conceitos como fenótipo, genótipo e o que são as gerações (F1 e F2) citadas no texto.

Na aula seguinte, a docente deu continuidade às explicações sobre hereditariedade, sobre as características das ervilhas de Mendel, cruzamentos e variações alélicas. Nesse dia, houve pouca interação dos alunos

e muita conversa paralela entre eles. Após a aula expositiva, a professora iniciou a correção do “Dicionário de Genetiquês”, presente no final da atividade 5 (Figura 26).

Figura 26 - Dicionário de Genetiquês da atividade 5

16



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

ALELOS: _____

GENÓTIPO: _____

FENÓTIPOS: _____

CARACTERÍSTICAS AUTOSSÔMICAS: _____

FATORES (GENES) DOMINANTES: _____

FATORES (GENES) RECESSIVOS: _____

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p.198.

Durante a correção, a professora pediu que alguns alunos lessem suas respostas e, frente às muitas dúvidas que eles apresentaram, ela passou a escrever a definição dos termos no quadro enquanto as explicava.

Ao verificar as respostas dos alunos, constatamos que trinta deles realizaram a atividade. Desses, doze apresentaram definições contendo termos científicos que não foram trabalhados durante as atividades, como é possível identificar nas respostas abaixo:

- Alelos: “são as formas alternativas de um mesmo gene”.
- Variações alélicas: “é um mecanismo microevolutivo que modifica aleatoriamente as frequências alélicas ao longo do tempo”.
- Fenótipos: “são as características observáveis ou caracteres de um organismo ou população”.

- Características autossômicas: *“são as características dos 22 pares não sexuais do ser humano”*.
- Fatores (genes) dominantes: *“ao determinar e transmitir as características hereditárias, os genes podem expressar categoria genética distinta”*.
- Fatores (genes) recessivos: *“é um gene cuja característica não aparece expressa no estado heterozigótico”*.

As falas apresentadas indicam que os alunos podem ter realizado uma pesquisa para responder à atividade. Os CBC orientam a escola a incentivar essa postura proativa de busca por conhecimentos pelos alunos. Por outro lado, a presença de termos científicos como “mecanismo microevolutivo” e “frequências alélicas”, ainda desconhecidos dos alunos, pode ser um obstáculo à compreensão dos fenômenos em estudo.

Quando falamos isso, reafirmamos a hipótese inicial desse estudo: determinados termos científicos, nomenclaturas e conceitos estão distantes do cotidiano de muitos alunos. Ao adentrarem a sala de aula, esses conceitos pouco ecoam no universo do aluno. Dessa forma, é preciso atuar de modo que o aluno possa não somente compreender os termos, como também estabelecer relações com o seu cotidiano. Embora os alunos possam ter realizado pesquisas sobre o tema, o que já é um avanço importante se considerarmos que, muitas vezes, o conhecimento é apenas aquele passado pelo professor, ainda não há um indicativo de apropriação desses conceitos nessa atividade. Para que o aluno internalize o conceito e para que os termos utilizados tenham significado, é preciso que eles sejam capazes de transferi-los para outros contextos. Essa transferência, ou seja, essa aplicação dos conceitos de variações alélicas, fenótipos, características autossômicas, fatores (genes) dominantes e recessivos, que não pode ser avaliada na realização dessa etapa da atividade, foi promovida na realização das atividades que se seguiram no Almanaque.

Na atividade de elaboração de um novo texto a partir da história em quadrinhos, na atividade 5, os alunos tiveram a oportunidade de aplicar o entendimento de todos os conceitos questionados nessa seção do “Di-

cionário de Genetiquês”. Na atividade 6, eles tiveram a oportunidade de aplicar seu conhecimento sobre fenótipos e variações alélicas. Os resultados dessa apropriação serão apresentados no próximo item deste livro.

Além das respostas oriundas de uma possível pesquisa por parte dos alunos, as de outros onze deles foram dadas com uma linguagem mais simples, sem elementos da erudição da linguagem científica. Abaixo, apresentamos alguns dos exemplos dessas respostas:

- Variações alélicas: *“são variações que uma mesma característica pode apresentar”*.
- Fenótipos: *“é a expressão dos genes somada às influências ambientais”*.
- Características autossômicas: *“características que não está relacionada com o sexo”*.
- Fatores (genes) dominantes: *“é aquela que define qual característica física o indivíduo vai representar”*.
- Fatores (genes) recessivos: *“são aquelas que estão presentes no genótipo do indivíduo, mas só vão se expressar se o dominante não estiver presente”*.

Respostas como essas significam que os alunos buscam explicar os conceitos científicos trabalhados nas aulas com base no que eles compreenderam, sem a necessidade de uma pesquisa.

É importante ressaltar que nem sempre somos capazes de explicitar, por meio da fala, determinados conceitos, principalmente os científicos. Quando não há o domínio de conceitos, geralmente usamos exemplos para demonstrar nosso conhecimento. Nos casos acima, nota-se que os alunos não utilizam exemplos, eles utilizam uma linguagem mais simples, mas procuram definir os conceitos. Isso demonstra que as ações realizadas em sala de aula, de certa maneira, influenciaram na aquisição dos conceitos. Embora não seja algo que dominem, eles são capazes de falar por si mesmos, utilizando termos característicos do linguajar comum como, por exemplo, *“variações que uma mesma característica pode*

apresentar”, em que utilizam o conceito de variação alélica como sinônimo de características.

Por outro lado, reforçamos, aqui, a dificuldade de aquisição de conceitos científicos. Ao dizermos dessas dificuldades na hipótese do estudo, percebemos que elas se renovam ao longo da análise. Isso nos mostra que, assim como sinalizado por Bugallo (1995) e Loreto e Sepel (2003), o ensino e a aprendizagem de genética é uma árdua tarefa. Os autores afirmam isso, pois o uso e a compreensão dos conceitos desse campo de estudos são um obstáculo, principalmente quando são trabalhados em sala de aula por meio de livros didáticos, que, por vezes, os apresentam de forma ambígua ou incorreta, sem fazer uma relação entre eles; tudo isso somado à ausência de metodologias ativas e atrativas de construção do conhecimento.

Por fim, na atividade do “Dicionário de Genetiquês”, sete alunos apresentaram como resposta as definições que a professora registrou no quadro. Isso pode significar que, ou eles não haviam respondido à questão e copiaram no momento da correção, ou consideraram suas respostas inadequadas e corrigiram o que haviam escrito.

A atividade 5 ocorreu em três momentos. No primeiro, a professora desenvolveu em sala de aula os conceitos envolvidos na compreensão dos trabalhos e na primeira Lei de Mendel, e os alunos realizaram e corrigiram o “Dicionário de Genetiquês”. Nesse primeiro momento, vimos que as interações promovidas na aula desencadearam um primeiro acesso dos alunos aos conceitos científicos de “alelos”, “fenótipo”, “genes dominantes e recessivos”. Não pudemos identificar uma apropriação dos conceitos trabalhados, uma vez que esses não foram problematizados, somente questionados de forma direta.

No segundo momento, os alunos elaboraram, em casa e durante as aulas de literatura, os diferentes gêneros textuais propostos na atividade 5. O terceiro momento foi a finalização da atividade, quando os alunos apresentaram os textos elaborados.

Ao iniciar as apresentações dos trabalhos solicitados na atividade 5, a professora pediu aos alunos que, antes de apresentarem suas produ-

ções, falassem um pouco das características do gênero que escreveram. Nessa aula, tivemos a presença da professora de literatura para avaliar os trabalhos e comentar sobre os gêneros textuais. O único grupo que não desenvolveu a atividade foi o grupo que faria um poema ou poesia.

O primeiro grupo a se apresentar foi o que trabalhou com o gênero entrevista. Os alunos se posicionaram na frente da sala e um deles explicou que o texto era fruto de uma simulação criada por eles, na qual um jornalista da fictícia *Folha do Século XIX* entrevistava o monge Gregor Mendel para saber mais sobre seu trabalho, que estava gerando muita polêmica à época. Um aluno entrevistou outro, que fez o papel de Mendel. Abaixo, apresentamos o texto elaborado por eles:

ENTREVISTA

Neste último sábado, nós, da *Folha do Século XIX*, fomos ao Mosteiro Agostiniano na cidade de Heinzendorf bei Odrau, onde vive o monge cientista Gregor Johann Mendel, para esclarecermos sobre o seu mais novo trabalho, 'As Leis da Hereditariedade'. Abaixo, seguem as perguntas e as respostas:

Entrevistador: Mendel, primeiramente, gostaríamos de agradecer a sua atenção, sabemos que tem andado ocupado com os seus estudos, prometemos que seremos breves na entrevista. Para começarmos, o que acha de nos dizer... o que te levou a desenvolver a teoria a qual você tem chamado de 'As Leis da Hereditariedade'?

Gregor Mendel: É um prazer compartilhar com vocês sobre o meu trabalho. Respondendo a pergunta, comecei a ter um interesse particular pelas variações das plantas de minha horta no mosteiro, e foi onde comecei a estudar mais sobre o assunto, fui incentivado pelos meus colegas religiosos e cientistas. E comecei a estudar sobre as variações das plantas.

Entrevistador: Por favor, nos conte mais sobre o seu trabalho: o que descobriu e como começou?

Gregor Mendel: Comecei o meu trabalho decidindo fazer a minha experiência com a ervilha comum, que demonstrou ser um excelente sujeito experimental para revelar a ação da herança simples. Comecei a observar e escolhi sete características para o estudo da hereditariedade em ervilhas, e nos dois fenótipos nos quais cada uma delas pode se expressar.

Entrevistador: Conte-nos sobre essas características escolhidas pelo senhor.

Gregor Mendel: As características são:

- 1 - Altura: baixa ou alta.
- 2 - Posição da flor: no ápice ou ao longo do caule.
- 3 - Forma da vagem: inflada ou sulcada.
- 4 - Cor da vagem: verde ou amarela.
- 5 - Forma da semente: esférica ou rugosa.
- 6 - Cor da semente: amarela ou verde.
- 7 - Cor da casca da semente: cinzenta ou branca.

Depois de escolher as sete características das minhas ervilhas, resolvi cruzá-las, milhares delas, geração após geração, e foi assim que comecei a reconhecer, confirmar, prever, com êxito, certos padrões de transmissão das características.

As ervilhas são capazes de se autofertilizarem e, para eliminar essa possibilidade, eu cortei as anteras, que são os órgãos sexuais masculinos de seus sujeitos experimentais, depois inseri o pólen, que é o gameta masculino, nas plantas parentais.

Montei meus experimentos com ervilhas de modo a observar todas as sete características individualmente. Cruzava

uma planta alta com uma planta baixa, mantendo constantes as outras seis características nas plantas parentais. Vi que nos descendentes, chamados de F1, o caráter alto das plantas parentais altas se expressavam constantemente, ao passo que o caráter baixo das plantas baixas nunca se expressavam. Deixei, então, as plantas se auto fertilizarem e percebi que as ervilhas baixas desta geração formavam linhagens puras, produzindo apenas outras plantas baixas, ao passo que a prole das altas se dividia em 3 descendentes altos para um descendente baixo.

Conclui que, das duas variantes de qualquer característica, uma tinha a tendência de dominar a outra, a variante recessiva. A dominante escondia a presença da recessiva, apesar da variante recessiva poder reaparecer em gerações subsequentes.

1 - O fator para alto sempre dominava para baixo.

2 - As flores ao longo do caule sempre dominavam as flores dos ápices.

3 - As vagens infladas sempre dominavam as vagens sulcadas.

4 - As vagens verdes sempre dominavam as vagens amarelas.

5 - As sementes esféricas sempre dominavam as sementes rugosas.

6 - As sementes amarelas sempre dominavam as sementes verdes.

7 - As cascas cinzentas sempre dominavam as cascas brancas.

Entrevistador: Gostaríamos de agradecer pela explicação sobre o seu mais novo trabalho científico 'As Leis da Hereditariedade', e o parabenizar pela descoberta.

Gregor Mendel: Obrigado, espero que, com o meu trabalho, as pessoas possam entender melhor sobre as variações.

O texto criado pelos alunos evidencia que eles realizaram uma pesquisa sobre a vida do cientista, citando seu nome completo e sua cidade natal. O texto seguiu as características do gênero entrevista, no qual o entrevistador faz perguntas breves sobre o trabalho do cientista, que, através de uma linguagem científica, explica, detalhadamente, como desenvolveu seu trabalho. Pudemos notar que os alunos utilizaram trechos da história em quadrinhos proposta na atividade 5, mas tomaram o cuidado de transpor a narração em terceira pessoa para a primeira pessoa, uma vez que era Mendel quem estaria contando sua história, como no trecho:

- *“Montei meus experimentos com ervilhas de modo a observar todas as sete características individualmente. Cruzava uma planta alta com uma planta baixa, mantendo constante as outras seis características nas plantas parentais.”*

A análise do texto mostra que houve a construção dos conceitos científicos trabalhados sob uma perspectiva histórico-cultural (VYGOTSKY, 2005). Nessa perspectiva, a aprendizagem se dá na relação entre o sujeito e o mundo por meio da linguagem. Assim, ao transpor o texto de uma linguagem (os quadrinhos) para outra (a entrevista), os alunos estão se relacionando com os saberes científicos por meio do instrumento cultural, o Almanaque. Essa relação dialógica entre instrumentos e os pares revela-se importante na construção da aprendizagem.

A segunda apresentação do dia foi do grupo que trabalhou o gênero crônica. Uma aluna iniciou explicando que esse tipo de texto é, em geral, um texto curto, presente em jornais e revistas, que relata histórias do cotidiano em uma linguagem que aproxima o leitor do escritor. Segundo a aluna, esse gênero aproxima-se do conto e da reportagem, pois conta fatos que podem ser noticiados de forma narrada, como um conto. Essa mesma aluna leu o texto produzido pelo grupo, o qual é apresentado a seguir:

EXPERIMENTOS DE GREGOR MENDEL

Um dia desses, estava conversando com um amigo meu, que me contou sobre uma preocupação que o estava incomodando fazia algum tempo. Ele, que já estava com seus 18 anos, havia parado de crescer. Estava baixinho, mesmo tendo seus pais altos. Ele não entendia o porquê de ser desta altura. Logo, comecei a pensar em uma maneira de tentar explicar para ele. Então, fomos pesquisar sobre genética e concluímos que, graças ao que foi demonstrado pelos experimentos de Gregor Mendel e justificado pela genética moderna, características fenotípicas são manifestações de diferenças genéticas que existem nos seres vivos. Essas características genéticas, herdadas dos familiares, podem ou não se manifestar no fenótipo do indivíduo, assim determinadas características podem estar presentes nos genes dos pais e não nos genes dos filhos, como é o caso da altura desse meu amigo.

Depois dessas descobertas genéticas, fomos capazes de entender que não há nenhum problema no fato de ele ser um filho baixo de pais altos. Assim, meu amigo se tranquilizou e pôde entender que isso não é um real problema, e sim, acontecimentos da genética.

O texto apresenta uma linguagem informal, em primeira pessoa, por meio da qual o narrador estabelece um contato íntimo com o leitor ao contar um caso pessoal. Os conceitos científicos *fenótipo*, *genótipo* e *herança genética* são apresentados em uma linguagem simples, de fácil entendimento. Os alunos utilizam um exemplo cotidiano, como o questionamento das diferenças entre pais e filhos – no caso, um rapaz que não compreende o fato de ter baixa estatura, sendo que seus pais são

altos –, mostrando a apropriação dos conceitos envolvidos na compreensão da hereditariedade, ao transferirem o conceito científico para a compreensão de fenômenos cotidianos.

Como Driver *et. al.* (1999) afirmam, a apropriação do conhecimento científico está vinculada ao acesso aos conceitos e fenômenos por meio não somente de experiências físicas e operacionais, mas também de práticas nas quais o aluno possa reconhecer e aplicar os conceitos em estudo. Esse acesso proporciona uma imersão dos estudantes na cultura científica, promove sua enculturação, pois, de posse dos conhecimentos, eles podem interpretar os fenômenos naturais.

Podemos observar, ainda, que a relação dos alunos com o conhecimento científico se deu por meio do exercício da linguagem. Assim, ao discutir com os colegas, realizar pesquisas, interpretar os quadrinhos apresentados e elaborar um novo texto, eles estão interagindo com o conhecimento científico por meio da linguagem, o que, para Vygotsky (2005), seria responsável pela aprendizagem.

O terceiro texto apresentado foi um exemplar do gênero diário. Um dos componentes do grupo iniciou a apresentação explicando que trata-se de um texto pessoal, onde o autor relata fatos e sentimentos de cunho íntimo e em geral não é divulgado. Cada aluno do grupo leu um trecho do texto que produziram, o qual é apresentado a seguir:

DIÁRIO,

Hoje estava observando minha horta e notei variações nas plantas e resolvi investigar o porquê das variações. E para descobrir, decidi fazer experiências com ervilhas, por apresentarem linhagem pura. Notei sete características diferentes, a altura, posição da flor, forma da semente, forma da vagem, cor da semente e a cor da casca. Ainda tenho muitas dúvidas e espero que esta pesquisa possa ser um salto na ciência.

Adeus, diário.

QUERIDO DIÁRIO,

Faz um tempo que comecei a cruzar as ervilhas e notei certos padrões de transmissão das características. Controlei cuidadosamente os experimentos, cortei as anteras para que se autofertilizassem e fiz o processo de polinização manualmente. E devo constar também que cruzo ervilhas que apresentam apenas uma característica diferente.

Fique com Deus!

DIÁRIO,

Os pés já deram uma boa crescida, e não pude deixar de notar que as plantas altas, cruzadas com as baixas, produzem descendentes altos. Então, cheguei à conclusão de que as características dos progenitores e descendentes apresentam um conjunto de duas variantes para cada característica, e uma delas é dominante. Sinto-me cada vez mais confiante, e espero achar as respostas que procuro.

Até a próxima!

AMADO DIÁRIO,

Dizem que as características herdadas são uma mistura dos progenitores, e claramente derruba esta teoria, os descendentes que chamei de F1 o caráter alto das plantas se expressa consistentemente, porém não interrompe os experimentos, deixei a geração F1 se autofertilizar, pois quero saber o que aconteceu com o caráter baixo das plantas.

Até mais!

QUERIDO DIÁRIO,

Denominei a nova geração de ervilhas de F2, e algo inesperado aconteceu, aparentemente o caráter baixo havia

pulado a geração F1, pulando para a F2, me parece que estou à beira de um avanço científico.

Adeus.

DIÁRIO,

As ervilhas baixas da geração F2 produziram apenas ervilhas baixas, e as altas continuaram a reproduzir uma alta e três baixas, acredito que cheguei ao fim da minha pesquisa.

Fique com Deus.

O texto produzido seguiu a estrutura própria do gênero, na qual o escritor dialoga com o texto como se fosse uma pessoa, faz uma saudação inicial e se despede ao final.

A organização do texto também se estabelece como um padrão do gênero, pois o escritor relata acontecimentos diariamente e fala de suas expectativas e frustrações sobre o seu experimento, como no exemplo:

- *“Ainda tenho minhas dúvidas, e espero que esta pesquisa possa ser um salto na ciência”.*

O texto apresenta os conceitos científicos trabalhados e muitos dos trechos se assemelham com os da história em quadrinhos proposta na atividade, como no exemplo:

- *“Faz um tempo que comecei a cruzar as ervilhas e notei certos padrões de transmissão das características. Controlei cuidadosamente os experimentos, cortei as anteras para que as plantas não se autofertilizassem e fiz o processo de polinização manualmente”.*

A imersão dos alunos nas práticas de linguagem praticadas na escola e em seu cotidiano é mediada por diferentes gêneros textuais. Assim, para Rojo (2000), essa imersão será a responsável pela aquisição de di-

versas linguagens, promovendo o desenvolvimento humano e a aprendizagem. Os alunos, ao elaborarem textos de diferentes gêneros textuais, estão exercitando a linguagem, ao mesmo tempo em que estimulam seu desenvolvimento cognitivo e se aproximam da cultura científica, por consequência, se apropriando dos conceitos em estudo.

A quarta apresentação foi do gênero textual conto. Os alunos iniciaram explicando que o conto é um tipo de texto fictício, que relata acontecimentos fantasiosos. A seguir, apresentamos o texto elaborado pelo grupo:

MENDEL E AS ERVILHAS MÁGICAS

Era uma vez em tão tão distante lugar, uma família de homens das cavernas que tiveram um filho:

— Ele é parecido com você!

— Não, ele não parece!!! Tem alguma coisa errada nisso...

Enquanto isso, seu vizinho, Gregor Mendel, um monge, ouviu essa conversa durante uma de suas caminhadas pelo seu jardim e pensou alto:

— Por que isso aconteceu?

E as ervilhas que estavam na horta do jardim começaram a falar com ele:

— Eu sou alta!

— Eu sou baixa!

— Sou verde!

— E eu sou amarela!

— De onde vêm todas essas diferenças? – Se perguntou Mendel.

Gregor começou a fazer várias pesquisas com as próprias ervilhas falantes, que o ajudaram no processo, e durante

seus estudos, ele escolheu sete características das ervilhas para serem estudadas: a altura, a posição da flor, a forma da vagem, a cor da vagem, a forma da semente, a cor da semente e a cor da casca da semente.

Ele cruzou milhares de suas ervilhas e montou cada experimento de acordo com aquela característica que estudaria com suas amiguinhas, as ervilhas falantes.

Com os experimentos em que Gregor estudou a altura, o monge descobriu que o descendente herda a característica alta ou baixa.

— É um ou outro!

Ele também descobriu que uma das duas opções, chamada de variante, tinha uma tendência a dominar a outra, que era chamada de recessiva.

Aquilo que ele desvendou, aqueles “fatores”, eram alelos, ou seja, os genes! Porém isso as descobertas de Mendel só seriam entendidas e receberiam nomes mais tarde.

— Ah... Como eu queria inventar um nome legal pra tudo isso...

— Não se preocupe Gregor! Um nome interessante vai surgir! – Disseram as ervilhas.

O texto criado apresenta uma história com personagens mágicos em um enredo imaginário, por outro lado, trazem a compreensão de como as características fenotípicas se manifestam. O texto criado faz uma alusão direta aos quadrinhos lidos durante atividade:

- *“Era uma vez em tão tão distante lugar, uma família de homens das cavernas que tiveram um filho:*

— Ele é parecido com você!

— Não, ele não parece!!! Tem alguma coisa errada nisso...”

Segundo a teoria sociocultural de VYGOTSKY (2005) , o ensino de conceitos de forma direta não gera aprendizagem, mas sim “um verbalismo oco, um psitacismo que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade só encobre um vácuo” (p. 84). Para o autor, a formação de conceitos é uma árdua e ampla tarefa, que promove a formação de uma complexa forma de pensamento. Essa formação deve ser promovida por meio de atividades desafiadoras e criativas, como essa proposta de elaboração de textos, e não por meio de tarefas enfadonhas e repetitivas. Assim, a proposta da atividade exigiu dos alunos a elaboração de uma série de relações entre os conceitos científicos em estudo, além da compreensão das características próprias de cada gênero. No caso do gênero conto, eles interpretaram os quadrinhos lidos e elaboraram um novo enredo, fantasioso, para a história, sem deixar de lado os conceitos trabalhados.

O quarto texto apresentado foi um exemplar do gênero carta. O grupo não introduziu a apresentação falando sobre as características do gênero. Um dos componentes leu para a turma o texto que apresentamos a seguir:

DE: Mendel

PARA: Futuros estudantes que conheceram os meus conhecimentos.

Eu, alguns dias atrás andei fazendo alguns experimentos. Com algumas ervilhas eu fui fazendo várias tentativas de experimentos. Eu cruzei ervilhas, milhares delas geração após geração e comecei a reconhecer e confirmar e prever com êxito certos padrões de transmissão das características.

Controlei cuidadosamente meus experimentos, as ervilhas são capazes de se autofertilizar e para eliminar essa possibilidade, cortei as anteras, os órgãos sexuais masculinos dos meus sujeitos experimentais. Depois inseri

o pólen, o gameta masculino nas plantas parentais com todo o cuidado e manualmente. Eu escolhi as ervilhas pois ela apresenta linhagens puras.

Descobri que as ervilhas têm 7 características: alta ou baixa, no ápice ou no longo do caule, inflada ou sulcada, verde ou amarela, a semente esférica ou rugosa. Eu deduzi corretamente que cada progenitor das ervilhas contribuía com um alelo para a geração seguinte.

Att,

Gregor Mendel.

A carta traz uma narrativa sobre como Mendel conduziu seus experimentos e os resultados que obteve. O texto produzido é simples, de tamanho médio, mas não possui algumas das características básicas do gênero, como local, data e vocativo. Por outro lado, os alunos apresentam os conceitos básicos para a compreensão dos estudos de Mendel de forma adequada.

Ao analisar os textos elaborados pelos grupos, podemos identificar a relação que ocorre entre os sujeitos (os alunos) e o conhecimento científico por meio da linguagem. Os estudantes se relacionam entre si e com o *Almanaque de Ciências da Professora Genna*, na construção dos conceitos sobre genética sob a mediação da professora.

O último texto apresentado foi a reportagem. Esse grupo também não apresentou o gênero textual. O texto, que apresentamos abaixo, foi projetado e lido por um dos componentes do grupo.

A DESCOBERTA DE GREGOR MENDEL

Gregor Mendel (criador da genética) nasceu em 1822, em Heinzendorf, na Austrália. Mendel era filho de pequenos fazendeiros, apesar de se dedicar aos estudos, ele teve

algumas dificuldades financeiras por causa dos estudos. Em 1843, Mendel ingressou como noviço no mosteiro de agostiniano da cidade de Brunn, situada na atual República Tcheca. Mendel, de 1843 a 1854, foi professor de ciências naturais na escola superior de Brunn, e aprimorou seus estudos sobre o cruzamento de muitas espécies tais como feijões, chicória, bocas de dragão, plantas frutíferas, abelhas, camundongos e principalmente ervilhas cultivadas na horta do mosteiro. Mendel durante sete anos ficou fazendo testes com espécies de plantas para descobrir como algumas eram muito parecidas e outras muito diferentes umas das outras.

Para esse experimento ocorrer Mendel escolheu a ervilha, porque era uma planta fácil dele pegar porque havia ela no mosteiro e também porque era uma planta que se desenvolve muito rápido facilitando e acelerando sua pesquisa. Após esses anos todos Mendel descobriu que existia dois tipos de ervilha: uma amarela e a outra verde, ele também descobriu é: um pé da ervilha era grande e outro pequeno mesmo que no início da pesquisa ele tenha usado o pé de ervilha pequeno, e por último descobriu que uma tinha um formato rugoso e a outra um formato liso. Com isso Mendel descobriu a Genética e mudou o mundo da ciência pra sempre.

O texto criado pelos alunos seguiu algumas das características básicas de uma reportagem, como uma pesquisa a fundo sobre o fato, como no exemplo:

- “Gregor Mendel (criador da genética) nasceu em 1822, em Heinzendorf, na Austrália. Mendel era filho de pequenos fazendeiros, apesar de se dedicar aos estudos, ele teve dificuldades financeiras por causa dos estudos.”

A presença de dados de uma pesquisa feita pelos alunos para enriquecer o texto vai ao encontro das orientações do CBC, que apontam para a promoção de um ambiente de investigação e pesquisa em sala de aula (MINAS GERAIS, 2006). A proposição da atividade fomentou o interesse pela busca de mais informações sobre o cientista.

Os gêneros textuais são considerados por Schneuwly e Dolz (1999, p. 6) como instrumentos de ensino e aprendizagem, uma vez que “é através dos gêneros que as práticas de linguagem encarnam-se nas atividades dos aprendizes.” Assim, a produção de gêneros em sala de aula promove o desenvolvimento da linguagem e, conseqüentemente, a aprendizagem.

Na apresentação da nacionalidade de Mendel, os alunos podem ter compreendido errado, pois a sua nacionalidade era Austríaca e não Australiana. O texto falou mais da vida do Monge, descreveu brevemente o experimento com ervilhas e seus resultados.

Diferentemente do “Dicionário de Genetiquês”, por meio das produções textuais dos alunos, podemos afirmar que houve a apropriação dos conceitos trabalhados, como também a apropriação de diferentes gêneros textuais para realizar a atividade. Para Rojo (2000), a imersão do aluno em diferentes práticas de linguagem é mediada pelos diversos gêneros, e a consequência dessa interação é a apropriação de diferentes linguagens. Essa dinâmica é oriunda do desenvolvimento humano e seria a responsável pela aprendizagem. Assim, os gêneros, ao adentrarem a sala de aula como recursos didáticos, contribuíram para a apropriação de diferentes conhecimentos, como, por exemplo, na compreensão dos conceitos sobre herança genética, presentes nos textos elaborados pelos alunos.

Vimos que, por meio da produção dos diferentes gêneros (conto, crônica, entrevista, carta, diário e lenda), os alunos descreveram os experimentos de Mendel, demonstrando a apropriação do discurso científico, ao mesmo tempo em que demonstraram habilidades de escrita e domínio das características próprias de cada gênero.

A inserção de diferentes gêneros em sala de aula está de acordo com as orientações dos PCN (BRASIL, 1998), e ainda com as discussões de

Barbosa e Campos (2012) sobre a necessidade da valorização dos gêneros primários, e não somente os secundários, nas práticas escolares. Os gêneros primários são aqueles que têm origem e circulam nas práticas comunicativas informais, íntimas, espontâneas e são praticados, constantemente, no cotidiano dos alunos. Dentre os textos elaborados pelos alunos, podemos citar a carta como um gênero primário. Já os gêneros secundários são aqueles que surgem nas práticas comunicativas mais formais, públicas, como a entrevista e o conto (SANTOS, 2010, p. 25).

Por meio da realização dessa atividade, as aulas de ciências, mediadas pela utilização do Almanaque sob a orientação das professoras de ciências e literatura, cumpriram a função social da escola, de promover a leitura, a escrita e a oralidade, tal como orientado pelos PCN (BRASIL, 1998). A realização da atividade promoveu, ainda, o desenvolvimento de procedimentos e atitudes inerentes ao processo de ensino dos conteúdos das ciências naturais. Ao lerem a história em quadrinhos sobre a vida de Mendel, interpretá-la, buscar novas informações sobre o Monge e, ainda, sobre os demais gêneros textuais e, em seguida, elaborar uma releitura do texto lido, exigiu dos alunos uma série de posturas proativas de busca e compreensão dos conhecimentos apresentados, contribuindo assim para a apropriação dos conceitos trabalhados.

Em oposição às críticas realizadas por Schneuwly e Dolz (1999) sobre o trabalho com gêneros em sala de aula, a atividade não se propôs somente a trabalhar os domínios linguísticos dos gêneros. A atividade promoveu, como orientado pelos autores, a possibilidade de os alunos produzirem e apreciarem dentro da sala de aula diferentes gêneros que são utilizados em seu cotidiano. Essa proposta de trabalho com diferentes gêneros textuais vai ao encontro da fala dos autores, de que a escola deve propiciar espaços de promoção do prazer e enculturação pela leitura. Neste caso, essa enculturação perpassou os conteúdos inerentes ao estudo sobre literatura e língua portuguesa, além dos conteúdos científicos.

A proposta de leitura dos quadrinhos como fomentadora do tema para a elaboração de novos textos mostrou ser uma ferramenta importante, não somente para possibilitar a entrada de um determinado gê-

nero textual em sala de aula, como, também, para o desenvolvimento de um trabalho que tenha nos gêneros um suporte para a introdução e sistematização de conceitos científicos (RAMA e VERGUEIRO, 2009).

A contribuição da utilização dos quadrinhos no ensino em sala de aula para o exercício do pensamento lógico, descrita por Santos (2001), foi observada na execução da atividade. Isso acontece, porque os alunos precisaram conectar diferentes saberes para realizar a escrita de textos mais elaborados, exigindo deles um trabalho cognitivo intenso, o que, segundo o autor, é essencial para a apropriação de novos conhecimentos.

Por meio da atividade 5, buscamos trabalhar uma relação entre os conceitos fundamentais para o entendimento da hereditariedade, quais sejam: genótipo, fenótipo, variação alélica e 1ª Lei de Mendel. Essa proposta vai ao encontro das orientações de Justina e Ripel (2003) sobre a compreensão da herança genética. Para as autoras, há de se resgatar e promover, em sala de aula, uma associação entre esses conceitos, uma vez que o trabalho com eles, em geral, é separado no currículo escolar por meses ou até anos. Essa distância temporal entre o estudo desses conceitos, que são interligados, contribui para a visão fragmentada que os alunos possuem do conteúdo, tornando ainda mais difícil a tarefa de compreender a genética.

A compreensão de como se deram os trabalhos de Mendel, promovida por meio da interpretação do texto da atividade, traz, ainda, a possibilidade de os alunos conhecerem um pouco da história da ciência. Para Scheid e Ferrari (2006), a introdução à história da ciência é uma aliada no ensino, pois favorece a compreensão das práticas e desafios da produção científica pelos alunos. O objetivo dessa introdução, para os autores, seria o de auxiliar os estudantes no entendimento das relações científicas e tecnológicas.

3.6 Atividade 6: Atuação dos genes - influência do ambiente no funcionamento dos genes

A atividade 6 objetiva aprofundar os conceitos de genótipo e fenótipo, a influência dos fatores ambientais nas características físicas dos seres vivos e como a ação do homem sobre as características dos seres pode impactar o equilíbrio ambiental. Para trabalhar os conteúdos propostos na atividade, detalhados no Quadro 6, são indicadas a leitura de uma história em quadrinhos e duas tiras cômicas.

Quadro 6 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 6

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 6: Atuação dos genes - Influência do Ambiente no funcionamento dos genes: a atividade busca problematizar o que é o genótipo de um indivíduo, a sua relação com o estabelecimento de fenótipos e como os fatores ambientais podem alterar os últimos.	Vida e Ambiente: - ação do homem sobre o ambiente; - papel dos fatores ambientais na determinação de fenótipos. Tecnologia e Sociedade: - custos e benefícios de diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas; - Compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias.	I - Ambiente e Vida: Tema 1: Diversidade da Vida nos Ambientes - Tópico: I. Impactos ambientais e extinção de espécies. • Interpretar informações de diferentes fontes sobre transformações nos ambientes provocadas pela ação humana. III - Construindo Modelos - Tema: 13 - Mecanismos de Herança: Tópico: 28. Características herdadas e as influências do ambiente: 28.0. Compreender que o meio ambiente pode alterar o fenótipo de um indivíduo. 28.1. Associar o processo da hereditariedade como a transmissão de características de pais para filhos.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 83.

Por meio dessa atividade, buscamos problematizar, assim como orientado pelos PCN, a relação entre as necessidades sociais (por exemplo, a estética) e o desenvolvimento de tecnologias (como exemplo, os

procedimentos cirúrgicos estéticos) como sendo fatores ambientais responsáveis pela alteração de fenótipos. Através dessa compreensão, buscamos discutir quais os impactos que essas alterações podem causar no próprio indivíduo e no ambiente em que ele vive.

Os CBC apontam para a necessidade de se problematizar as influências ambientais na determinação de fenótipos, mas não sinalizam essa abordagem, proposta pelos PCN, de relacioná-la com o desenvolvimento científico e tecnológico.

“Publicité mensongère”⁶ é o primeiro quadrinho indicado, de autoria da quadrinista francesa Camille Burger. Por meio de sua leitura é possível problematizar a influência das cirurgias plásticas na modificação de fenótipos com o uso de um exemplo fictício e cômico de uma mulher que, mesmo modificando sua aparência física, mantém seu genótipo inalterado e transmite suas características para o filho. A história apresenta uma sequência de imagens, sem textos, e, após a sua interpretação, é proposto aos alunos que elaborem um roteiro para as imagens e proponham a narração da história ou produção de falas para os personagens em balões.

O segundo texto proposto na atividade é a tira cômica “Se a gente é irmão”⁷, com os personagens Otto e Heitor, do autor Thiago Valadao. A tira traz um diálogo dos dois irmãos que discutem sobre a origem de suas características físicas: a altura e o peso. As questões propostas a partir da leitura da tira buscam fazer uma relação entre a influência do genótipo e dos hábitos de vida dos personagens e dos hábitos próprios alunos na determinação de fenótipos.

O terceiro texto é a tira cômica “#375”⁸, do autor Fábio Coala, e as questões propostas trazem uma reflexão sobre como a influência humana nas características fenotípicas dos seres vivos que vivem em ambientes naturais pode alterar as relações desses com o meio ambiente.

⁶ Disponível em: <https://goo.gl/thB3gi>

⁷ Disponível em: <http://www.ottoeheitor.com/t234.html>

⁸ Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-375/>

Em sala de aula, a pedido da professora, orientei os alunos na realização da interpretação e elaboração do roteiro e das falas para a primeira história em quadrinhos. Para isso, projetei os três vídeos sugeridos na atividade com o objetivo de auxiliar os alunos em como elaborar um roteiro, como realizar o letreiramento e como produzir os balões (Figura 27). Solicitei que os estudantes se reunissem em duplas ou trios e os orientei a utilizarem os seguintes termos na execução da atividade:

Genótipo: conjunto de genes que formam o indivíduo
Fenótipo: características físicas
Fatores ambientais

Figura 27 - Atividade 6

ATIVIDADE 6

ATUAÇÃO DOS GENES 17

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NO FUNCIONAMENTO DOS GENES

UMA CIRURGIA PLÁSTICA ALTERA O NOSSO FENÓTIPO, MAS O QUE ACONTECE COM O NOSSO GENÓTIPO? VEJA A TIRINHA “PUBLICITÉ MENSONGÈRE” DA QUADRINISTA FRANCESA CAMILLE BURGER.

IMAGINE QUE VOCÊ TRABALHE EM UMA GRANDE EDITORA DE REVISTAS EM QUADRINHOS! FORME A SUA EQUIPE DE CRIAÇÃO E JUNTOS VOCÊS DEVERÃO INTERPRETAR A HQ LIDA E CRIAR UM ROTEIRO, A PARTIR DELE CRIEM AS FALAS DOS PERSONAGENS, QUE PODEM SER BALÕES OU EM FORMA DE NARRAÇÃO! LEMBRE-SE DE UTILIZAR O QUE VOCÊ APRENDEU SOBRE GENÉTICA!

PARA SABER MAIS

VEJA NA INTERNET
COMO ELABORAR ROTEIROS:
<http://www.youtube.com/watch?v=fnDsx-DIE7I>
COMO FAZER O LETREIRAMENTO:
<http://www.youtube.com/watch?v=JkP73Whw00>
SOBRE OS BALÕES:
<http://www.youtube.com/watch?v=KuR0Q9Ft4zY>

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 199.

Após as orientações e a exibição dos vídeos propostos na atividade, a professora pediu aos alunos que fizessem, em casa, a leitura e as outras duas atividades. Na aula seguinte, eles se reuniram em grupos e iniciaram a elaboração de falas ou narração para a história em quadrinhos

lida, enquanto eu e a professora os orientamos quanto à utilização dos termos científicos adequados na elaboração das falas ou narrações.

Nas tarefas executadas pelos alunos, podemos identificar que 26 deles realizaram a proposta. Em oito das tarefas podemos observar que eles escreveram as falas dos personagens ou a narração da história com um enredo cômico, mas não utilizaram os conceitos científicos trabalhados durante a atividade. Como exemplo desses resultados, podemos observar diálogos com as seguintes falas:

Mulher antes da cirurgia:

— Todo mundo me chama de feia.

Mulher no consultório médico:

— Doutor, me ajude a mudar isso?

Mulher após cirurgia:

— Tá bonito, mas quero mais!

Mulher novamente no consultório médico:

— Vamos esticar mais um pouco...

Mulher no pós-cirúrgico:

— Vish, será que vai ficar bom?

Mulher após a recuperação da cirurgia:

— Tô gata!

Homem durante encontro romântico com a mulher:

— Pode me chamar de lindo! Porque o ar eu perdi quando te vi!

Narrador fala sobre o casal durante o ato sexual:

— Essa cena não é apropriada para menores de 18 anos.

Mulher grávida falando com seu marido:

— Amor, vamos ter um lindo bebê!

Mulher após o nascimento do bebê:

— Vish, devia ter feito plástica no DNA!

Outros 16 alunos apresentaram falas ou narrativas para a história utilizando os conceitos científicos trabalhados na atividade – isto é, genótipo, fenótipo, fator ambiental (plástica) e hereditariedade –, através de enredos cômicos, demonstrando que compreenderam os conceitos e foram capazes de aplicá-los à situação apresentada. Um exemplo desse tipo de produção está representado pelas falas abaixo:

Mulher antes da cirurgia:

— O Doutor sabe fazer milagres?

Mulher no consultório médico:

— Vamos tentar!

Mulher após cirurgia:

— Tá ficando bom! Mas dá pra melhorar!

Mulher novamente no consultório médico:

— Vou tentar melhorar mais!

Mulher no pós-cirúrgico:

— Prazer: Múmia!!

Mulher após a recuperação da cirurgia:

— Arrasei colega!

Homem durante encontro romântico com a mulher:

— Hummm esse gatinho tá atizado!!

Casal se beijando ao final do casamento:

— Finalmente!

Narrador fala sobre o casal durante o ato sexual:

— ... à noite

Mulher grávida falando com seu marido:

— Se depender do genótipo dele, nosso filho vai sair gatão!

Marido grita no hospital (balão indicando grito):

— Nasceu!!!

Mulher após o nascimento do bebê:

— Vish, esqueci que a genética não muda!

Duas das produções dos alunos apresentaram corretamente a aplicação dos conceitos trabalhados, porém, ao falar da não alteração do genótipo pela plástica, eles trocaram a palavra genótipo por fenótipo, como no exemplo a seguir:

Mulher antes da cirurgia:
— Todos me chamam de feia!
Mulher no consultório médico:
— Doutor, me ajuda a mudar isso?
Mulher após cirurgia:
— Fiquei bonita! Mas quero que melhore!
Mulher novamente no consultório médico:
— Vamos esticar mais....
Mulher no pós-cirúrgico:
— Vish! Será que ficou bom?
Mulher após a recuperação da cirurgia:
— Haa! Que linda estou!
Narrador:
— Mas ela não sabia que seu fenótipo não mudaria.
Homem durante encontro romântico com a mulher:
— Gata, você vem sempre aqui?
Padre fala enquanto o casal se beija ao final do casamento:
— Pode beijar a noiva!
Mulher grávida falando com seu marido:
— Vamos ter um bebê lindo!
Marido grita no hospital (balão indicando grito):
— Ele nasceu!!!
Narrador após o nascimento do bebê
— A plástica muda a beleza, mas não o DNA.

Nas duas aulas seguintes, com as turmas separadas, a professora realizou a projeção e a leitura conjunta da tira cômica “Se a gente é irmão”, explorando oralmente os conceitos científicos presentes nas falas dos personagens (FIGURA 28). Durante a leitura do primeiro quadrinho, onde um dos irmãos questiona por que eles têm características físicas tão diferentes se são irmãos, a professora explorou o conceito de fenótipo. No segundo quadrinho, o outro irmão responde que é a “genética”, uma vez que um pode herdar algumas características, no caso a altura, da mãe e o outro, do pai (exploração do conceito de genótipo). No terceiro quadrinho, o irmão mais alto indaga: “*Então eu puxei o lado gordo da família, culpa...*”, buscando atribuir a sua característica física à herança genética, mas o irmão menor rebate a indagação, dizendo que a culpa é de sua alimentação (exploração do conceito de fatores ambientais) e não da herança genética. Após a interpretação da tirinha, os alunos foram orientados a responder as demais questões da atividade em casa.

Figura 28 - Atividade 6 (continuação)

NÓS POSSUÍMOS CARACTERÍSTICAS QUE PODEM SER HERDADAS DE NOSSOS PAIS OU ADQUIRIDAS AO LONGO DE NOSSAS VIDAS. OS IRMÃOS OTTO E HEITOR, PERSONAGENS DO CARTUNISTA TIAGO VALADÃO CONVERSARAM SOBRE ALGUMAS DESSAS CARACTERÍSTICAS! VEJA A TIRINHA E DEPOIS RESPONDA:

19



a) QUAL DAS CARACTERÍSTICAS DOS IRMÃOS É DEFINIDA POR GENES E DIFICILMENTE É ALTERADA POR FATORES AMBIENTAIS? EXPLIQUE:

b) QUAL DELAS PODE TAMBÉM SER CONSIDERADA HEREDITÁRIA, MAS É FORTEMENTE INFLUENCIADA PELOS FATORES AMBIENTAIS? EXPLIQUE: _____

c) VOCÊ CONHECE MAIS ALGUMA CARACTERÍSTICA OU ATÉ MESMO UMA DOENÇA QUE PODE SER DEFINIDA PELA HERANÇA GENÉTICA MAS QUE TAMBÉM É MUITO INFLUENCIADA POR FATORES AMBIENTAIS? CITE E EXPLIQUE:

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 201.

Na aula seguinte, a professora realizou a correção das questões das duas tiras e, na outra aula, ocorreram as apresentações dos textos da atividade 5.

A questão “a” da tira dos irmãos Otto e Heitor foi respondida por 22 alunos. Desses, seis justificaram suas respostas utilizando o conceito de hereditariedade, como no exemplo: “*A altura herdada pelos genes dos pais*”. Apenas um aluno utilizou as palavras da tira em sua resposta e não os termos científicos trabalhados, vejamos: “*O menino ser baixo, porque ele puxou da mãe dele.*” Dois alunos responderam “*o tamanho*”, mas não justificaram a resposta. Três alunos foram além em suas justificativas, dizendo que era a altura, pois o fato de ser “gordo” estava ligado aos seus hábitos de alimentação, como no exemplo: “*É definida a altura dos irmãos, porque o garoto pode ser gordo, mas é porque ele come muito McDonald’s*”.

Das 22 respostas, quatro chamaram a atenção por evidenciarem que os alunos, além de interpretar as falas dos personagens, analisaram também os desenhos, apontando que as características herdadas pelos irmãos são “*a altura e o cabelo cacheado*”. Esse dado nos remete à fala de Santos (2001), que afirma que, nos quadrinhos, a imagem e o texto se complementam, pois a imagem dá um significado concreto à palavra. Essa relação é mais significativa para o seu leitor, auxiliando na compreensão da informação, além de satisfazer a necessidade da criança e do jovem na realização de atividades lúdicas e criativas.

Cinco alunos não relacionaram os conceitos científicos envolvidos e responderam que “*Cada um puxou um lado da família gordo e o outro magro*”. Apenas um aluno não interpretou a pergunta e a tira e respondeu: “*O DNA, porque se eles são irmãos eles têm que ter o mesmo DNA*”. Essas respostas nos levam a crer que esses alunos não compreenderam os conceitos trabalhados.

A questão “b” foi respondida por vinte alunos. Desses, 16 correlacionaram bem a influência dos hábitos de vida de um dos irmãos e o seu peso. Nessa questão, tivemos respostas como: “*A obesidade que pode ser*

passada de geração em geração através dos genes, mas que pode ser também, consequência de uma alimentação não tão saudável.”

É possível identificar nessas respostas a presença de uma correlação entre os conceitos de hereditariedade e fatores ambientais. A partir da apropriação dos conceitos científicos trabalhados, os alunos puderam interpretar os quadrinhos à luz do conhecimento científico.

Um dos alunos não interpretou corretamente a questão e respondeu: “*A gordura de um dos irmãos. Isso não é consequência da hereditariedade, e sim do ambiente onde o menino vive*”. Esse aluno desconsiderou que a obesidade é, também, uma doença hereditária, mas a sua ocorrência é fortemente influenciada pelos hábitos alimentares. Apenas três dos vinte alunos desconsideraram os fatores ambientais na determinação de fenótipos, ao afirmarem: “*A obesidade que pode ser passada de geração em geração*”.

A questão “c” foi respondida por 22 alunos, sendo que nove deles citaram a diabetes como podendo ser hereditária, mas podendo também ser influenciada pela qualidade da alimentação da pessoa. Outros dois alunos citaram a hipertensão como uma doença que pode ser definida por genes, mas cuja incidência pode sofrer influência ambiental como o stress; seis alunos responderam hipertensão e diabetes, com a mesma justificativa; enquanto outros cinco alunos citaram diferentes características e doenças, como tipo de cabelo e câncer.

Durante a correção dessa última questão, houve uma intensa participação dos alunos: eles apresentaram muitos exemplos familiares de doenças que podem ser hereditárias, tais como diabetes e hipertensão, mas são fortemente influenciadas pelos fatores ambientais, como os hábitos alimentares. Ao corrigir a letra “a”, os alunos se recordaram e comentaram sobre a atividade que desenvolveram na disciplina de ciências no 8º ano com a exibição do filme *Supersize*⁹, que falava da alimentação e do risco da obesidade.

⁹ Disponível, dublado em português, em: <https://www.youtube.com/watch?v=OlUHSeM6DZo>

Como orientado pelo PCN (BRASIL, 1998), o ensino de conceitos científicos, quando vinculado ao cotidiano dos alunos, torna-se mais significativo, o que pode favorecer a sua construção. Na análise das respostas às questões propostas na atividade, podemos identificar que a associação entre o conhecimento científico e situações cotidianas, como a comparação de características entre os irmãos, favoreceram uma diminuição na abstração dos conceitos trabalhados.

Com base na atividade realizada, foi proposto que os alunos desenvolvessem os conceitos de genótipo, fenótipo e fatores ambientais. O que podemos observar é que, diante do proposto, eles apresentaram respostas satisfatórias ao que foi solicitado. Ao responder às questões, apontando exemplos pessoais ou vinculados ao que observam em seu cotidiano, demonstram a capacidade de apropriação dos conceitos propostos transferindo o conhecimento construído e utilizando a linguagem científica na interpretação dos fenômenos. Podemos, aqui, inferir, conforme Driver *et al.* (1999), que, ao criar um ambiente em sala de aula onde os problemas investigados são reais, o professor tem a possibilidade de mediar uma aproximação entre o mundo científico e o mundo do aluno. Essa aproximação é responsável pelo desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva sobre a cultura científica e, segundo os autores, torna maiores as chances de sucesso na aprendizagem dos conceitos científicos.

O ensino de genética no ensino fundamental é defendido por Bugallo (1995), a partir da teoria de que o aluno do ensino fundamental já desenvolve o pensamento concreto e operacional, assim como apontado nos PCN. Para o autor, a inclusão de práticas escolares que se valem de estratégias que relacionam conceitos genéticos e situações práticas do cotidiano são essenciais para a introdução desses conceitos aos estudantes mais jovens. Atualmente, os PCN propõem a sua inclusão nos anos finais do ensino fundamental, porém, muitas escolas, e até mesmo alguns materiais didáticos, ainda não se adequaram às orientações e, frente às dificuldades de se trabalhar com o tema, relegam essa tarefa ao ensino médio ou ao ensino superior.

Dentre as dificuldades apontadas por Bugallo (1995) sobre o ensino de genética no ensino fundamental, ressaltamos aquelas relacionadas ao uso e compreensão de termos científicos como gene e alelos, que são apresentados em muitos livros didáticos de forma incorreta e ambígua, sem apresentar uma relação entre os conceitos trabalhados e o cotidiano do aluno. Para o autor, algumas das formas de se minimizar as dificuldades inerentes ao ensino e aprendizagem de genética é a valorização das ideias que esses alunos trazem para a escola sobre o tema, e uma mudança na forma como esses conceitos são trabalhados (BUGALLO, 1995). O que podemos identificar, em nossa prática como professores, é que a fala do autor é uma constante no ensino de genética. Em geral, as práticas pedagógicas não têm promovido essa aproximação com o cotidiano dos alunos na compreensão desses conceitos.

Frente a essa constatação, Barni (2010) aponta como papel do professor, no processo de ensino, relacionar os conhecimentos prévios dos alunos para que eles possam tecer uma rede de conceitos essenciais à compreensão dos mecanismos genéticos. Essa tessitura deve ser acompanhada de estratégias e situações de aprendizagem que auxiliem o estudante na construção do conhecimento. Como conclusão do trabalho, a autora aponta a necessidade de buscar formas alternativas mais atrativas para o ensino de genética, que mobilizem os estudantes. Sob essa ótica, a utilização dialógica do Almanaque em sala de aula alcançou o objetivo de promover o acesso dos alunos ao conhecimento científico por meio de atividades atrativas e interativas, por meio das quais o aluno pôde relacionar seus conhecimentos prévios e cotidianos na interpretação dos fenômenos naturais.

Após a correção das questões sobre a tira dos irmãos Otto e Heitor, a professora pediu à turma que fizesse a leitura da tira “#375” sobre um rinoceronte (Figura 29).

Figura 29 - Atividade 6 (continuação)

20



AS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DOS SERES VIVOS DEFINEM SEU MODO DE VIDA, HABITAT, NICHOS ECOLÓGICO E MUITOS COMPORTAMENTOS. O QUE ACONTECERIA NA NATUREZA SE PUDÉSSEMOS ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS DE UM RINOCERONTE, POR EXEMPLO?? A TIRINHA “#375” DE FÁBIO COALA NOS DÁ UMA IDEIA DO QUE PODE ACONTECER!!

a) QUAL CARACTERÍSTICA FENOTÍPICA MOSTRADA NA TIRINHA OS RINOCERONTES NORMALMENTE APRESENTAM?

b) DIFERENTE DO QUE OCORRE NA NATUREZA, O RINOCERONTE DA TIRINHA «CORRIGIU» AQUILO QUE PARA ELE ERA UM PROBLEMA. SABEMOS QUE ISSO NÃO OCORRE NA NATUREZA, MAS IMAGINE SE FOSSE POSSÍVEL, QUAIS OS MALEFÍCIOS ESSAS CORREÇÕES PODERIAM CAUSAR À NATUREZA E ÀS ESPÉCIES DE RINOCERONTES?

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 202.

Com relação à questão “a”, todos os 25 alunos que responderam disseram que a característica fenotípica dos rinocerontes mostrada na tira é a pouca visão, como no exemplo: “*Eles serem quase cegos*”.

A questão “b”, que busca problematizar os possíveis impactos que o uso de lentes de contato por rinocerontes poderia acarretar, foi respondida por 22 alunos. Desses, sete disseram que os rinocerontes ficariam mais agressivos, assim como o que acontece na tira, como no exemplo: “*Eles iam ficar mais agressivos, e iam atacar mais facilmente*”. Os outros quinze alunos responderam que o fato de eles enxergarem melhor poderia causar desequilíbrios ambientais, por alterar a relação dos rinocerontes com suas presas e predadores, como no exemplo: “*Essa correção poderia alterar todo modo de vida dos rinocerontes, seu modo de comer, se relacionar, etc. Também poderia alterar a vida de muitos outros seres vivos*”.

No desenvolvimento dessa atividade, foi trabalhada uma sequência de conceitos importantes sobre a determinação de características fenotípicas e a influência de fatores ambientais em sua determinação. Ao

trabalharmos essa sequência, foi possível perceber que os alunos associaram os conceitos científicos estudados com situações cotidianas, o que os auxiliou em sua compreensão. Para Bugallo (1995), essa inclusão de estratégias que relacionam conceitos genéticos e situações práticas do cotidiano é essencial para a introdução desses conceitos aos alunos mais jovens. Este fato foi confirmado pela análise das respostas dos alunos às questões da atividade.

Em uma análise das produções de falas e narrações dos alunos, além das respostas dadas às demais questões da atividade, ficou evidente o desenvolvimento de procedimentos e atitudes, uma vez que eles interpretaram os quadrinhos apresentados e explicaram os fenômenos trabalhados utilizando os conceitos científicos adequados, demonstrando a apropriação destes. Em relação às falas elaboradas pelos alunos para os quadrinhos sobre cirurgia plástica, ainda podemos inferir que a utilização correta dos conceitos científicos trabalhados na atividade – genótipo, fenótipo, fator ambiental (plástica) e hereditariedade – demonstram que eles compreenderam a relação entre os conceitos e a sua aplicação frente à situação apresentada. Assim como na elaboração de textos de diferentes gêneros realizada na atividade 5, ao elaborar as falas ou a narração para os quadrinhos apresentados, os alunos têm a possibilidade de se relacionar com o conhecimento científico por meio da linguagem, promovendo sua apropriação.

Para Scheid e Ferrari (2006, p. 17), a compreensão de termos científicos é um obstáculo à aprendizagem. Isso porque, ao não compreenderem bem a terminologia científica, os alunos confundem diferentes conceitos, demonstrando um “pseudo-saber”. Práticas como a memorização de conceitos, em oposição à problematização dos conteúdos, não favorecem a construção dos conhecimentos necessários à compreensão da genética. O trabalho de Barni (2010) complementa essa afirmação ao apontar que a compreensão de conceitos como material genético, herança, interações e alterações no material genético são temáticas essenciais, porém difíceis, devido à grande abstração e à necessidade de compreensão de outros conceitos científicos relacionados. Esses conceitos básicos,

quando não são bem compreendidos pelos alunos, acarretam dificuldade na construção de relações complexas, essenciais à compreensão dos mecanismos genéticos.

Muitos alunos mencionam que aprender genética é uma tarefa difícil, pois as aulas são pouco dinâmicas, cansativas, e que o professor usa somente o livro didático. A falta de contextualização e problematização não favorece a relação conceitual necessária ao entendimento da genética. Isso ocorre, pois os alunos apenas repetem o que leem nos livros didáticos, que muitas vezes apresentam erros conceituais e não conseguem apresentar as relações necessárias entre os conceitos e suas tecnologias, para que eles possam efetivamente aprender a genética (BARNI, 2010).

3.7 Atividade 7: Melhoramento genético - melhoramento por cruzamento

Nessa atividade, a professora Genna convida os alunos para lerem a história “Variação do estado doméstico” presente no livro *A origem das espécies em HQ*¹⁰, do quadrinista, biólogo e veterinário Fernando Gon- sales, que aborda como o homem realiza a seleção artificial ao interferir nos cruzamentos de plantas e animais.

As questões presentes na atividade buscam dos alunos uma interpretação da história e uma reflexão sobre os possíveis benefícios e malefícios da seleção artificial para a natureza (Figura 30).

¹⁰ Disponível em: <https://goo.gl/EQwDSg>

Figura 30 - Atividade 7

MELHORAMENTO GENÉTICO²¹

MELHORAMENTO POR CRUZAMENTO

ATIVIDADE 7

VOCÊ SABE A DIFERENÇA ENTRE SELEÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL???

O LIVRO "A ORIGEM DAS ESPÉCIES EM HQ" DE FERNANDO GONSALES EXPLICA ISSO E MUITO MAIS!! PARA REALIZAR ESSA ATIVIDADE LEIA A PARTE DO LIVRO: "VARIAÇÃO DO ESTADO DOMÉSTICO"

a) QUAIS OS POSSÍVEIS BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS QUE A SELEÇÃO ARTIFICIAL PODE TRAZER PARA O HOMEM E PARA A NATUREZA? _____

b) COM RELAÇÃO À SELEÇÃO NATURAL, QUAIS OS BENEFÍCIOS QUE ELA PODE TRAZER PARA A NATUREZA E OS SERES VIVOS?



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 203.

Os conteúdos propostos pelos PCN e CBC abordados na atividade estão esquematizados no Quadro 7, a seguir.

Quadro 7 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 7

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 7: Melhoria genética - Melhoramento por cruzamento: a atividade realizar uma problematização sobre como os seres humanos interferem na variabilidade genética de seres vivos manipulando cruzamentos para a obtenção de produtos desejáveis.	Vida e Ambiente: - ação do homem sobre o ambiente; - seleção natural e artificial; - variabilidade genética. Tecnologia e Sociedade: - mudanças nas necessidades humanas em consequência do desenvolvimento técnico-científico; - custos e benefícios de diferentes tecnologias, tradicionais ou alternativas; - compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias.	I - Ambiente e Vida: Tema 1: Diversidade da Vida nos Ambientes - Tópico: I. Impactos ambientais e extinção de espécies: interpretar informações de diferentes fontes sobre transformações nos ambientes provocadas pela ação humana.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 84.

Buscamos, por meio dessa atividade, assim como sugerido pelos PCN, problematizar como as necessidades sociais – no presente caso, a obtenção de produtos de fontes naturais – fomenta o desenvolvimento científico e tecnológico – no presente caso, o desenvolvimento de técnicas de seleção artificial. Os CBC não apontam diretamente o estudo da seleção artificial, porém sinalizam a necessidade da compreensão da ação humana sobre ambientes naturais onde essa técnica se insere.

Como informado anteriormente, essa atividade e a próxima não foram desenvolvidas com os alunos por conta do cronograma da escola. Desse modo, não temos dados para apresentar sobre seu desenvolvimento.

3.8 Atividade 8: Melhoramento genético - melhoramento por manipulação genética

Por meio da sugestão de leitura da tira cômica “#179”, do quadrinista Fábio Coala, é proposta nessa atividade a discussão sobre o conceito de melhoramento genético (Figura 31), a fim de abordar os conceitos de transgenia e os possíveis benefícios e malefícios inerentes à utilização de tecnologias de manipulação de DNA para o homem, demais seres vivos e o meio ambiente.

Figura 31 - Atividade 8



ATIVIDADE 8

INTERPRETE A TIRINHA “#179” DE FÁBIO COALA E RESPONDA:

MELHORAMENTO GENÉTICO

MELHORAMENTO POR MANIPULAÇÃO GENÉTICA

a) VOCÊ ACHA QUE É POSSÍVEL REALIZAR A COMBINAÇÃO ENTRE DNAs REALIZADA PELO CIENTISTA NA TIRINHA? EXPLIQUE: _____

b) SUPONHA QUE A COMBINAÇÃO SEJA POSSÍVEL, O HÍBRIDO QUE FOI GERADO PODERIA SER REAL? EXPLIQUE: _____

c) VOCÊ CONHECE ALGUM SER VIVO HÍBRIDO? QUAL? ELE É FRUTO DA COMBINAÇÃO DE DNA DE QUAIS SERES? _____

d) ATUALMENTE MUITOS CIENTISTAS TRABALHAM NA CRIAÇÃO DE SERES HÍBRIDOS, NA SUA OPINIÃO PORQUE ESSE TIPO DE PESQUISA É TÃO VALORIZADA? QUAIS OS BENEFÍCIOS QUE ALGUNS HÍBRIDOS PODEM TRAZER? _____

e) NA SUA OPINIÃO QUAIS OS MALEFÍCIOS QUE OS HÍBRIDOS PODEM GERAR EM AMBIENTES NATURAIS? EXPLIQUE: _____

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 204.

A atividade conta ainda com uma seção “Dicionário de Genetiquês” (Figura 32):



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

SELEÇÃO NATURAL: _____

SELEÇÃO ARTIFICIAL: _____

FATORES AMBIENTAIS: _____

SER HÍBRIDO: _____

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2015, p. 205.

Os conteúdos propostos pelos PCN e CBC que são abordados na atividade estão esquematizados no Quadro 8, a seguir.

Quadro 8 - Adequação aos referenciais curriculares da atividade 8

Título da Atividade	Eixo Temático Segundo os PCN/Conteúdos	Eixo Temático Segundo os CBC/Conteúdos
Atividade 8: Melhoramento genético - melhoramento por manipulação genética: a atividade realiza uma problematização sobre como os seres humanos interferem na variabilidade genética de seres vivos, manipulando-os geneticamente para a obtenção de produtos desejáveis.	Vida e Ambiente: - ação do homem sobre o ambiente. Tecnologia e Sociedade: - custos e benefícios de diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas; - compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias.	Tema 1: Diversidade da Vida nos Ambientes - Tópico: I. Impactos ambientais e extinção de espécies: interpretar informações de diferentes fontes sobre transformações nos ambientes provocadas pela ação humana. III - Construindo Modelos Tema: 13 - Mecanismos de Herança: Tópico: VIII. Biotecnologia em debate: compreender informações básicas sobre clonagem e transgênicos, considerando implicações éticas e ambientais envolvidas.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 85.

Assim como na anterior, buscamos, por meio dessa atividade, como sugerido pelos PCN, problematizar como as necessidades sociais – como a obtenção de produtos de fontes naturais – fomenta o desenvolvimento científico e tecnológico – como o desenvolvimento de técnicas de seleção artificial. Os CBC não apontam diretamente o estudo da seleção artificial, porém sinalizam a necessidade da compreensão da ação humana sobre ambientes naturais onde essa técnica se insere.

CAPÍTULO 4

AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE GENÉTICA E LEITURA DE QUADRINHOS ANTES E APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Neste capítulo, buscaremos realizar uma reflexão entre as concepções prévias dos alunos, coletadas por meio de um pré-teste aplicado antes da realização das atividades do Almanaque, e as concepções que os alunos apresentam após a sequência de aulas acompanhadas. Essa reflexão será orientada pela seguinte questão: Há diferenças nas respostas, no que tange à linguagem científica, dadas no pré-teste, em comparação com as respostas dadas no pós-teste, sobre os conceitos básicos de genética? Nessa etapa, analisaremos, também, a opinião dos alunos sobre a utilização do Almanaque e sobre a inserção do gênero textual história em quadrinhos na aula de ciências.

Para analisarmos como ocorreu a construção dos conceitos científicos pelos alunos, estabelecemos categorias nas quais se enquadram as respostas dadas às questões. As categorias estabelecidas foram:

- a) dentro dos padrões da linguagem científica;
- b) próxima dos padrões da linguagem científica;
- c) dentro dos padrões do senso comum.

Essa categorização das respostas dos alunos servirá para identificarmos se houve ou não a apropriação dos conceitos trabalhados por meio do Almanaque. Para tal, nos baseamos nos critérios propostos por Silva e Aguiar (2010). As respostas que se enquadram na categoria *dentro dos padrões da linguagem científica* deveriam apresentar uma correta e completa relação entre os conceitos trabalhados, que Silva e Aguiar (2010)

chamam de “evocação das entidades abstratas”. Para os autores, o texto científico também é permeado pela presença de nominação de processos que exprimem as relações observadas em oposição à explicação destes. Assim, classificaremos, também, respostas que apresentam os nomes dos processos como sendo dentro dos padrões da linguagem científica.

Para classificar as respostas dos alunos na categoria *próxima dos padrões da linguagem científica*, estabelecemos como critério a presença de uma relação correta, porém incompleta, entre as entidades abstratas e os conceitos científicos trabalhados. Nessa categoria se encaixaram, ainda, as respostas que não apresentam os termos científicos e/ou a nominação dos processos, mas que expressam a compreensão deles, ou seja, a descrição e/ou explicação dos fenômenos em estudo. Por fim, as respostas que se enquadram na categoria *dentro dos padrões do senso comum* são aquelas que não apresentam uma relação correta com os termos científicos trabalhados e nem mesmo as nomações dos processos observados.

As primeiras quatro questões foram as mesmas em ambos os testes, com o intuito de avaliarmos como, e se, foram alteradas as concepções dos alunos sobre os conceitos básicos acerca de genética após a sequência didática. As demais questões tiveram como objetivo identificar como os alunos fazem o uso do gênero história em quadrinhos em seu cotidiano e se a inserção deste nas aulas de ciências alterou a sua relação com ele.

4.1 As concepções dos alunos sobre os conceitos científicos trabalhados

A primeira pergunta a ser respondida em ambos os testes foi: “O que a área da ciência chamada Genética estuda?”. Essa questão tinha por objetivo identificar o que os alunos sabiam previamente sobre a genética e verificar, por meio do pós-teste, se as concepções iniciais foram alteradas. No Quadro 9, a seguir, apresentamos algumas respostas dadas pelos alunos à questão, antes e depois da sequência didática:

Quadro 9 - Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre o que é genética

Categorias das respostas	Respostas no pré-teste	Respostas no pós-teste
Dentro dos padrões da linguagem científica	<i>“Estuda o DNA, as informações genéticas dos seres vivos.”</i>	<i>“Estudo dos genes e a transmissão das características hereditárias.”</i>
Próxima dos padrões da linguagem científica	<i>“É a ciência que estuda as características dos seres vivos, que são transmitidas entre gerações.”</i>	<i>“Estudo do material genético, genes e DNA.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	<i>“Estuda as características dos seres vivos.”</i>	<i>“As características dos seres vivos.”</i>

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 142.

Podemos perceber, no pré-teste, que os alunos apresentaram respostas dentro do padrão de linguagem científica e compreenderam que o objeto de estudo da genética é o DNA dos seres vivos. Por outro lado, as respostas dos alunos que se aproximaram da linguagem científica e daquelas que estão dentro dos padrões de senso comum nos mostra que eles não reconhecem o DNA como portador das informações genéticas e associam a ciência somente ao estudo das características dos seres vivos. As respostas que se aproximam da linguagem científica diferem das do senso comum quando os alunos associam essas características à hereditariedade.

Já nas respostas ao pós-teste, podemos identificar que, aquelas que se enquadram no padrão de linguagem científica – como em *“Estudo dos genes e a transmissão das características hereditárias”* –, nas quais identificamos a nominação do processo *“transmissão das características hereditárias”*, assim como aquelas que se aproximam da linguagem científica – como em *“Estudo do material genético, Genes e DNA”* –, nas quais não identificamos nominação de processos, os alunos relacionaram a genética com o estudo do DNA, portador das informações genéticas. Nas respostas que se encaixam no padrão de linguagem científica, houve o aparecimento do conceito de gene, sendo esta uma entidade abstrata presente no discurso científico, como apontado por Silva e Aguiar

(2010). Apesar do trabalho realizado em sala sobre o que é o DNA e sobre como as informações genéticas são armazenadas, algumas respostas dos alunos nos mostram que muitos ainda não abandonaram a concepção do senso comum de que a genética estuda somente as características dos seres vivos.

Como afirmam Cid e Neto (2005), a dificuldade de se compreender os conceitos básicos da genética e, portanto, o seu objeto de estudo, está relacionada ao fato de estes conceitos não estarem diretamente relacionados ao cotidiano do aluno e, por vezes, não possuírem aplicação prática para eles. Assim, muitos alunos, ao responderem ao questionário, demonstram compreender o que a genética estuda. Mas há casos em que não apresentam os conceitos científicos, as entidades abstratas, por meio do discurso científico, apresentando, assim, respostas que relacionam os conceitos que compreendem com a linguagem que praticam em seu cotidiano.

A presença de traços da linguagem cotidiana na explicação de termos científicos é algo valorizado em uma perspectiva sociocultural de aprendizagem (VYGOTSKY, 2005). Essa é uma característica da linguagem de jovens estudantes, uma vez que esses utilizam a linguagem cotidiana, aquela que dominam, na interpretação de fenômenos científicos, que ainda não dominam plenamente.

No Quadro 10, a seguir, apresentamos as respostas dadas pelos alunos à questão 2: “Onde são armazenadas as informações genéticas de um ser vivo?”.

Quadro 10 - Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre onde as informações genéticas são armazenadas

Categorias das respostas	Respostas no pré-teste	Respostas no pós-teste
Dentro dos padrões da linguagem científica	<i>“No DNA.”</i>	<i>“No DNA.”</i>
Próxima dos padrões da linguagem científica	<i>“Núcleo das células.”</i>	<i>“Núcleo das células.”</i> <i>“Nos genes.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	<i>“A genética é armazenada no DNA e o DNA é armazenado no sangue.”</i> <i>“No cérebro.”</i>	Não houve respostas a serem classificadas nesta categoria.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 143.

Em ambos os testes, a maioria dos alunos demonstrou compreender que as informações genéticas são armazenadas no DNA dos seres vivos, apresentando respostas dentro do padrão de linguagem científica. Em contrapartida, inicialmente, alguns alunos apresentaram conceituações espontâneas inadequadas quanto ao armazenamento, afirmando que as informações genéticas são armazenadas no sangue e no cérebro dos seres vivos. Essas concepções não apareceram no pós-teste, indicando um abandono das mesmas frente à sequência de atividades.

Nos dois testes identificamos respostas como “*No núcleo das células*”, que se aproximam da linguagem científica. Essa é uma resposta correta sobre o armazenamento das informações genéticas, porém, incompleta, pois não aponta as estruturas responsáveis pelo armazenamento das informações, como DNA ou, ainda, cromossomos ou genes. Esperávamos que os alunos, após a sequência didática, associassem esses conceitos na resolução dessa questão. A presença da resposta “*nos genes*” mais uma vez nos remete à apropriação dessa entidade abstrata após a sequência didática, uma vez que ele não aparece nas respostas ao pré-teste, e sim no pós-teste.

Ao analisarmos os dados, podemos identificar um movimento em direção ao abandono de concepções de senso comum sobre o armazenamento das informações genéticas, em direção à compreensão da função do DNA, após a realização da sequência de atividades, uma vez que, nas respostas ao pós-teste, os alunos evocam, com propriedade, as entidades abstratas em estudo, além de nominar os fenômenos. Essa mudança conceitual, na qual os alunos deixam de responder que as informações genéticas são armazenadas no “*sangue*” ou no “*cérebro*”, evidencia a promoção da enculturação científica dos alunos, uma vez que houve uma mudança na forma de ver e se relacionar com o conhecimento científico (DRIVER *et al.*, 1999). Os estudantes, uma vez imersos em uma prática que os aproxima dos conceitos e símbolos da ciência por meio do Almanaque, começam a abandonar as concepções equivocadas de senso comum sobre o conhecimento científico.

No Quadro 11, a seguir, apresentamos as respostas declaradas à terceira questão: “Como as características genéticas são transmitidas entre os seres vivos?”. Elas foram agrupadas conforme as categorias já explicadas.

Quadro 11 - Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre como as informações genéticas são transmitidas

Categorias das respostas	Respostas no pré-teste	Respostas no pós-teste
Dentro dos padrões da linguagem científica	Não houve respostas a serem classificadas nesta categoria.	<i>“Através da reprodução sexuada.”</i>
Próxima dos padrões da linguagem científica	Usaram expressões como: <i>“através do acasalamento”, “sexo” e “fecundação”</i> .	<i>“Genes.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	<i>“Uma mistura dos materiais genéticos dos pais.”</i> <i>“Através do DNA presente no sangue de seus antepassados.”</i> <i>“Através de mutações.”</i> <i>“Esperma.”</i>	Não houve respostas a serem classificadas nesta categoria.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 145.

A resposta à questão adequada aos padrões da linguagem científica – a saber, que a origem das informações genéticas é a reprodução sexuada –, não estava presente nas respostas ao pré-teste, mas foi frequente no pós-teste, demonstrando que os alunos compreendem e nominam o fenômeno. Nas respostas do pré-teste que se enquadram na linguagem que se aproxima da científica, eles apresentaram termos utilizados em seu cotidiano, como *“através do acasalamento, sexo, e fecundação”*, e não a nomenclatura científica adequada, o que nos leva a compreender que eles identificam a reprodução sexuada como a responsável pela transmissão das características hereditárias, porém ainda não tinham se apropriado do termo científico adequado antes da sequência didática. Essa apropriação pode ser mais uma vez confirmada, ao passo que esses termos não estão presentes nas respostas ao pós-teste.

Entre as respostas ao pós-teste que se aproximam da linguagem científica, podemos identificar que os alunos compreendem que os ge-

nes são os responsáveis pela transmissão das características hereditárias. Essa é uma resposta adequada, e sinaliza para o fato de que podemos ter cometido um erro na elaboração da questão. Ao questionarmos “Como as características genéticas são transmitidas entre os seres vivos?” abrimos um precedente para que os alunos falassem das estruturas responsáveis, e não do fenômeno “reprodução sexuada”, como era esperado.

Inicialmente, vinte em 38 alunos apresentaram respostas dentro dos padrões de senso comum sobre a transmissão das características genéticas, como: “*Uma mistura dos materiais genéticos*”, “*Através do DNA presente no sangue de seus antecessores*”, “*Através de mutações*” e “*Esperma*”. Essas respostas equivocadas foram abandonadas pelos alunos no pós-teste, uma vez que essas definições não foram apresentadas novamente.

A ideia inicial dos alunos, de que as características genéticas são “*Uma mistura dos materiais genéticos dos pais*”, foi trabalhada pela professora durante a leitura do texto 1 da atividade 1. Na ocasião, a profissional debateu amplamente com os estudantes sobre o trecho do texto que diz: “Pensava-se, porém, que essas características eram simplesmente ‘misturadas’ de geração em geração”. Ela questionou a turma sobre a mistura das características do pai e da mãe, se gerariam filhos sempre iguais, como se misturássemos tinta preta e branca, que sempre daria tinta cinza. O debate entre alunos e professora durante aquela aula gerou a construção de conceitos. Pudemos identificar, nas respostas ao pós-teste, que os alunos abandonaram essa concepção equivocada. A ideia de que o DNA estava presente no sangue dos pais, que seria transmitido aos filhos, também foi abandonada frente à realização das atividades 2, “De onde vêm esses tais genes”, por meio da qual os alunos puderam compreender o papel da reprodução sexuada, e 3, “Armazenamento das informações genéticas”, por meio da qual eles puderam compreender como as informações genéticas são armazenadas.

Para Barni (2010), a utilização de metodologias de ensino mais atrativas é capaz de mobilizar os estudantes em situações de aprendizagem que vão auxiliá-los na construção de conceitos complexos como os de genética. Assim, a utilização do Almanaque, veículo do gênero quadri-

nhos, por meio de uma didática interativa entre os pares e o material, se configurou como uma metodologia capaz de mobilizar e atrair os estudantes, o que pode ter contribuído para o abandono das concepções prévias equivocadas apresentadas no pré-teste.

A quarta questão de ambos os testes foi: “Quais são as funções exercidas pelo DNA nos seres vivos?”. No Quadro 12, a seguir, apresentamos as respostas declaradas pelos alunos, segundo a categorização apresentada anteriormente.

Quadro 12 - Concepções dos alunos antes e depois da sequência didática sobre as funções do DNA

Categorias das respostas	Respostas no pré-teste	Respostas no pós-teste
Dentro dos padrões da linguagem científica	<i>“Armazenar/transmitir as informações genéticas/características dos seres vivos.”</i>	<i>“Armazenar/transmitir as informações genéticas/características dos seres vivos.”</i>
Próxima dos padrões da linguagem científica	<i>“Definir/diferenciar os seres vivos.”</i>	<i>“Definir/diferenciar os seres vivos.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	<i>“Identificar parentesco.”</i>	Não houve respostas a serem classificadas nesta categoria.

Fonte: OLIVEIRA, 2015, p. 147.

As respostas dos alunos nos pré e pós-teste que se enquadram nas classificações *dentro dos padrões da linguagem científica* e *próxima dos padrões da linguagem científica* foram semelhantes. Esse fato nos mostra que, mesmo antes da sequência didática, os alunos já compreendiam as funções do DNA, de armazenar e transmitir as informações genéticas, além de definir e diferenciar as características dos seres vivos.

O dado que nos chama a atenção nessa análise refere-se à ausência, no pós-teste, de respostas do senso comum, de o DNA se relacionar com a determinação de parentesco entre indivíduos. A observação de que muitos alunos correlacionam o termo DNA somente com a identificação de parentesco já foi apontada em trabalhos anteriores, tais como o de Loreto e Sepel (2003). Para os autores, a manifestação dessa concepção é

relacionada à deficiência do ensino da temática que não vem promovendo uma efetiva apropriação do conceito de DNA e suas aplicações. E no caso da análise das respostas dadas à questão, podemos identificar que a sequência de atividades contribuiu para o abandono dessa concepção equivocada e a consequente apropriação do conceito científico.

No pré-teste, é possível entender que os alunos apresentavam muitos conhecimentos adequados sobre os conceitos científicos questionados, mas apresentavam, também, muitas concepções equivocadas sobre a genética.

Finalizaremos esta análise refletindo sobre a ausência das concepções equivocadas que podem ser constatadas nos testes. Quando questionados sobre qual o objeto de estudo da genética, muitos relacionavam essa área da ciência somente ao estudo das características dos seres vivos, e não ao estudo do material genético. Ainda no pré-teste quando questionados sobre onde as informações genéticas são armazenadas, muitos alunos apontaram que essas são armazenadas no cérebro e no sangue dos seres vivos. Ao serem questionados sobre como as características hereditárias são transmitidas, alguns alunos apontaram que elas eram “*uma mistura dos materiais genéticos*”, ou eram transmitidas “*através do DNA presente no sangue de seus antepassados*”, “*através de mutações*” e do “*esperma*”. Por fim, quando questionados sobre a função do DNA, obtivemos respostas como “*identificar parentesco*”, demonstrando que os alunos associam o termo DNA somente às técnicas de identificação de pais.

Podemos afirmar, frente às respostas ao pós-teste, que essas concepções equivocadas sobre a genética foram abandonadas após a sequência de atividades. Isso se confirma frente à ausência, no pós-teste, dessas conceituações espontâneas equivocadas e frente a uma maior frequência de respostas que se enquadram ou se aproximam da linguagem científica. Como exemplos, podemos citar as respostas que apresentam a nomenclatura “*reprodução sexuada*” para identificar o processo responsável pela hereditariedade e também a evocação de entidades abstratas que expressam o conhecimento científico, como observado na presença da expressão “*nos genes*”, quando questionados sobre o local de armazena-

mento das informações genéticas, em oposição às respostas apresentadas no pré-teste, como no “*sangue*” ou no “*cérebro*”.

Como sinalizado por Silva e Aguiar (2010), a construção do conhecimento científico é complexa e demanda tempo e esforço de alunos e professores. A evocação de entidades e nominação de processos nem sempre indica uma devida apropriação dos conceitos. Acreditamos, porém, e em concordância com os autores, que a imersão na cultura científica pode ser responsável pela alteração no discurso dos alunos, sendo um indicativo de que os alunos estão se apropriando dessa linguagem e que esse é o caminho para a construção dos conceitos científicos.

4.2 As concepções dos alunos sobre a leitura de quadrinhos e o seu uso como ferramenta didática

As questões seguintes tiveram como objetivo identificar como os alunos fazem uso do gênero história em quadrinhos em seu cotidiano e se a inserção deste por meio do *Almanaque de Ciências da Professora Genina* nas aulas de ciências alterou a sua relação com ele. Em um primeiro momento, apresentaremos e discutiremos as questões de 5 a 9 referentes ao pré-teste. Essas questões tiveram por objetivo identificar se e como os alunos fazem uso do gênero em questão em seu cotidiano, antes da sequência didática. No segundo momento, apresentaremos e discutiremos as respostas dadas às questões 5 a 8 do pós-teste, que buscaram identificar se e como o interesse pelo gênero foi alterado após a sequência didática.

A quinta questão do pré-teste, “Você tem o hábito de ler histórias em quadrinhos? Com qual frequência?”, buscava verificar se os alunos tinham por hábito ler esse gênero. Por meio das respostas dadas por eles, pudemos verificar que, diferentemente do que Rama e Vergueiro (2009) apontaram, os quadrinhos fazem parte da leitura de interesse dos estudantes: a maioria dos que responderam o pré-teste, 22 dos 37, responderam que não leem quadrinhos, outros 13 alunos apontaram que leem pouco e somente dois alunos responderam que leem frequentemente.

A questão 6 do pré-teste, “Qual o tipo e nome das histórias em quadrinhos que você costuma ler?”, buscava identificar quais os tipos de quadrinhos os alunos tinham hábito de ler. Essa questão foi elaborada pelo fato de acreditarmos, assim como Rama e Vergueiro (2009), que os adolescentes se interessavam pela leitura do gênero. Esse fato, novamente, não foi comprovado pela amostra analisada, uma vez que mais da metade dos alunos, 18 em 37, responderam que não tinham hábito de ler quadrinhos. É importante ressaltar que a pesquisa realizada conta apenas com uma pequena amostra de um universo muito grande. Nesse caso, podemos cuidadosamente afirmar que talvez os quadrinhos não façam parte do universo dos alunos participantes dessa pesquisa, o que não significa que isso possa ser generalizado.

Os demais responderam que gostavam de histórias de humor (um aluno), Mangás (um aluno), quadrinhos independentes (dois alunos), super-heróis (quatro alunos), e 18 responderam que liam as histórias da Turma da Mônica. É interessante ressaltar que, na questão anterior, 22 alunos apontaram que não tinham por hábito ler quadrinhos. Na presente questão esse número diminuiu para 18. Há, pois, um saldo de quatro alunos que inicialmente afirmavam não ler quadrinhos e agora relatam ler algum tipo de quadrinhos, contrariando as afirmações feitas na questão anterior. Essas afirmações nos permitem supor que os alunos podem realizar uma leitura esporádica do gênero, mas não com frequência.

A sétima questão do pré-teste, “Em que meio de comunicação você costuma ler histórias em quadrinhos? Livros, revistas, internet?”, propôs identificar em quais veículos de comunicação a turma tinha por hábito ler quadrinhos. Dentre os 37 alunos que responderam à questão, 13 apontaram que não liam quadrinhos, os demais responderam que liam em jornais (um aluno), internet (seis alunos), revistas (dez alunos), livros (cinco alunos); dois alunos responderam que liam em todos os meios. Mais uma vez, pudemos observar que o número de estudantes que afirmam não ter por hábito ler quadrinhos vem diminuindo. Na quinta questão eram 22, na sexta 18 e agora 13.

Buscamos, com a elaboração da questão oito do pré-teste, “Porque você gosta de ler histórias em quadrinhos?”, avaliar os motivos pelos quais os alunos se interessavam pela leitura de quadrinhos, mais uma vez por termos como pressuposto, e defendido por alguns autores, que a maioria dos alunos era leitora desse gênero. Ao analisar as respostas, identificamos que 15 dos 37 alunos afirmam que não leem quadrinhos, os demais responderam que gostam de ler, pois gostam da mistura de imagens e textos (um aluno), pois o gênero atrai sua atenção (um aluno), pois lembra a sua infância (dois alunos) ou porque as histórias são interessantes como passatempo (oito alunos), são de fácil entendimento (dois alunos) ou são engraçadas (três alunos). Mais uma vez, vemos cair o número inicial de alunos que afirmam que não gostam de ler quadrinhos, de 22 para 15.

A constante queda no número de alunos que afirmam não gostar ou ter por hábito ler quadrinhos pode ser pensada sob diferentes óticas. Acreditamos que os alunos podem ter citado os tipos e meios de comunicação de quadrinhos pelos quais se interessam, mas não têm o hábito da leitura regular dos mesmos.

Ainda que muitos afirmem que não gostam de ler quadrinhos, a maioria deles aponta características desse gênero que lhes despertam a atenção. Rama e Vergueiro (2009) já haviam feito esses apontamentos em seu trabalho. Para os autores, o interesse pelos quadrinhos entre jovens está atrelado à característica didática da associação entre texto e imagem e à grande variedade de temas, muitas vezes cômicos, que são atraentes ao público.

A questão 9 do pré-teste, “Você gostaria de estudar os conteúdos de ciências através de histórias em quadrinhos? Justifique.”, foi respondida por 37 alunos. Desses, 27 responderam que sim, gostariam de estudar ciências por meio dos quadrinhos, apresentando justificativas como: “os quadrinhos são divertidos”; “seria uma forma de variar as aulas”; “essa seria uma forma mais fácil de aprender”; “através dos quadrinhos o interesse pelo tema iria aumentar”.

Os outros dez afirmaram que não gostariam de estudar ciências utilizando os quadrinhos. Desses, três disseram que não gostam de quadrinhos, um que prefere o livro didático e seis não justificaram por que não gostariam da introdução do gênero nas aulas de ciências. Mais uma vez, pudemos notar a diminuição do número de alunos que relatam não gostar de ler quadrinhos. Nenhum dos alunos citou quais conteúdos de ciências gostariam de estudar através desse gênero.

Os estudantes mantêm a afirmação de que os quadrinhos têm uma característica lúdica. Questionamos, então, a ausência do gênero nas salas de aula. Schneuwly e Dolz (1999) fazem uma crítica sobre as práticas escolares que não valorizam os gêneros externos à escola, mas que fazem parte do cotidiano dos alunos. Por mais que muitos deles afirmem que não têm por hábito a leitura dessas histórias, o gênero está presente em seu cotidiano, nas leituras de revistas, na internet, nos jornais e em outros meios. Porém, em geral, as escolas não fazem o uso desse gênero em suas práticas.

Carvalho (2006) aponta que a não inclusão do gênero nas salas de aula é ainda uma herança da perseguição sofrida a partir da década de 1940. O autor relata que a ascensão dos quadrinhos no Brasil foi acompanhada por fortes críticas ao gênero por parte de intelectuais e formadores de opinião da época. A partir de críticas e censuras realizadas por órgãos governamentais, organizações acadêmicas e políticos, a leitura dessas histórias se tornou algo subversivo e foi praticamente proibida nas escolas e nas casas em todo o Brasil (FEIJÓ, 1997; RAMA e VERGUEIRO, 2009).

Esse cenário de aversão aos quadrinhos só começou a ser modificado a partir da década de 1970, após a publicação de estudos que os legitimavam como forma de arte e cultura. Essas publicações fomentaram a introdução do gênero nas práticas escolares, mas ainda de uma forma tímida, como podemos observar em trabalhos atuais que versam sobre a pouca introdução desse e de outros gêneros primários em sala de aula (SANTOS e VERGUEIRO, 2012).

Uma vez apresentadas as questões referentes ao pré-teste, apresentaremos e discutiremos as questões relativas ao pós-teste.

Se antes da utilização do Almanaque muitos alunos diziam não se interessar pela leitura de quadrinhos, após sua utilização verificamos, nas respostas à questão 5 do pós-teste, “Você considera que, depois do nosso trabalho com o *Almanaque de Ciências da Professora Genna*, o seu interesse pela leitura de histórias em quadrinhos aumentou? Por quê?”, a maioria – 19 em 32 – disse que o interesse pela leitura de quadrinhos aumentou após o trabalho com o Almanaque. Esses alunos apontaram que o aumento do interesse se deu pelo fato de o gênero ser interessante, divertido, explicativo e uma boa forma de adquirir conhecimentos. Alguns das respostas foram:

- *“Aumentou, agora gosto mais de HQs, pois elas são interessantes e explicativas.”*
- *“Sim, é divertido e simples, mais fácil de entender.”*
- *“Sim, eu não sabia que tinham tantas informações nas HQs.”*
- *“Sim, tirou minhas dúvidas de um jeito diferente.”*

Cinco alunos responderam que o interesse não foi alterado, pois eles já gostavam do gênero quadrinhos, mas que o interesse pela genética aumentou, como no exemplo:

- *“Mais ou menos, pois eu já gostava de HQs, mas aumentou o meu interesse por Genética.”*

Somente oito dos 32 alunos apontaram que o interesse pelo gênero não aumentou, pois preferem ler outros gêneros. Os dados nos direcionam para uma compreensão de que os estudantes, inicialmente, não tinham por hábito ler quadrinhos, possivelmente pelo fato de não conhecerem ou não terem acesso ao gênero, principalmente em sala de aula, porém, o trabalho com ele por meio do Almanaque despertou um maior interesse pelo gênero e também pelo conteúdo. Esses dados nos

remetem, novamente, ao fato de o uso dos quadrinhos ser alvo de preconceitos na escola. Conforme Rama e Vergueiro (2009), os quadrinhos foram marginalizados por muito tempo e não eram considerados materiais didáticos. A sua inserção e aceitação social data de épocas mais recentes. Nesse sentido, podemos inferir que, mesmo tendo sido popularizados, a escola não os adota, por entender que eles não se configuram em materiais adequados ao processo de ensino e aprendizagem. Embora isso venha sendo revisto, não são muitas as práticas pedagógicas que abrem espaço para o gênero.

Ressaltamos que as respostas dos alunos a respeito dos quadrinhos revelam que esse gênero pode tornar a aprendizagem mais divertida e facilitar o entendimento dos conceitos, assim como apontado nos trabalhos de Bari (2008), Ramos e Piassini (2012) e Alves, Pereira e Cabral (2013). Quando os alunos dizem que é divertido, que não sabiam que havia tantas informações nos quadrinhos, revelam que, embora não tenham hábito de lê-los, eles podem ser interessantes, trazer informações e tornar o aprendizado mais lúdico sem perder a dimensão científica. Ora, se ele pode ser um facilitador, nos questionamos a respeito da sua não utilização nos espaços escolares. Mais uma vez, temos a sensação, assim como nos diz Dionísio, Bezerra e Machado (2002), de que a marginalização dos quadrinhos ainda se faz presente na atualidade das salas de aula.

A sexta pergunta do pós-teste foi “O que você achou de estudar genética através de histórias em quadrinhos? Justifique”. Essa questão buscou avaliar se, após a sequência didática, o interesse por estudar ciências por meio dos quadrinhos foi alterado. Ela foi respondida por 35 alunos, que foram unânimes em dizer que gostaram de estudar genética utilizando os quadrinhos. Eles justificaram a escolha dizendo que essa foi uma forma mais divertida, dinâmica e descontraída de estudar a genética, que é vista por eles como de difícil aprendizagem, e a utilização do gênero facilitou a aquisição dos conceitos trabalhados. Dentre as respostas, destacamos alguns exemplos:

- *“Confesso que gostei muito, mesmo não gostando de quadrinhos, me envolvi mais com a matéria e acabei aprendendo muito, de uma forma divertida e fácil de entender.”*
- *“Achei que foi uma forma mais descontraída de aprender e com isso a matéria ficou menos chata.”*
- *“Achei melhor do que estudar com outros tipos de textos. Pois a HQ é mais divertida e fácil de entender.”*

Observamos que, no pós-teste, a postura dos alunos frente ao gênero textual apresenta mudanças que podem ser a evidência de que os quadrinhos trazem, no seu bojo, algo de descontraído, despojado, e que pode provocar, no leitor, um interesse por sua leitura. Segundo Santos (2001) a associação entre a imagem e o texto torna a leitura mais significativa, satisfazendo, ainda, a necessidade da criança e do jovem na realização de atividades lúdicas e criativas.

Ressaltamos que as respostas em relação ao uso do gênero quadrinhos revelam que, de certa forma, seu uso é positivo no ambiente escolar e pode trazer ganhos no processo de ensino e aprendizagem. A linguagem utilizada pode ser um facilitador da leitura e da apropriação de determinados conhecimentos que talvez o livro didático não consiga reproduzir. Chamamos a atenção para o fato de que a aprendizagem depende de uma relação de identificação e prazer com o que se está experimentando, algo que os quadrinhos podem proporcionar aos alunos. Dessa forma, esse gênero pode cumprir um papel importante em determinadas situações do ensino de conteúdos em salas de aula.

A sétima questão do pós-teste, “Você gostaria de estudar outros conteúdos de ciências através de histórias em quadrinhos? Justifique.”, foi respondida por 35 alunos, dos quais 32 responderam que gostariam de estudar outros conteúdos através dos quadrinhos, justificando que, através desse gênero, eles compreenderam melhor os conteúdos, pelo fato de a leitura ser mais fácil, simples, agradável e divertida, aumentando o interesse pela matéria, como nos exemplos:

- *“Sim, porque os quadrinhos ajudam a ficar mais fácil de entender os conteúdos por causa da linguagem mais informal.”*
- *“Sim, porque quando aprendemos de uma forma diferente nós aprendemos mais fácil.”*

Somente três alunos responderam negativamente, como nos exemplos:

- *“Não, não gosto de estudar.”*
- *“Não, pois não gosto de quadrinhos.”*

Apenas um aluno citou o conteúdo que gostaria de estudar através dos quadrinhos, que foi eletricidade.

Novamente, as respostas nos remetem às características do gênero que são apontadas pela literatura como facilitadoras no aprendizado de diferentes conteúdos, como a linguagem informal, a associação entre texto e imagem e os enredos cômicos. Com relação à utilização do gênero no ensino de outros conteúdos que não somente ciências, podemos citar os resultados satisfatórios de diversos trabalhos, como Ramos e Piassini (2012), que avaliaram como a ludicidade presente em tirinhas favorece o ensino de física para o ensino médio.

Na questão 8 do pós-teste, buscamos saber dos alunos quais as suas sugestões, críticas e elogios ao Almanaque. Essa questão foi respondida por 35 deles; desses, 34 responderam fazendo muitos elogios ao material, como nos exemplos:

- *“Não tenho críticas negativas sobre o Almanaque, somente positivas, achei bem útil o material, pois também posso utiliza-lo para estudar para a prova.”*
- *“Achei que o Almanaque foi muito bem organizado e criativo.”*
- *“Achei interessante usar histórias em quadrinhos para explicar o assunto, e também gostei das pinceladas humorísticas do Almanaque. Ótima forma de atrair os jovens.”*

Um aluno respondeu:

- *“Sugestões: aumentar o número de atividades e HQs. Crítica: deveria ter mais aulas com a apostila. Elogios: muito divertido e fácil de entender.”*

Somente um aluno respondeu que não gostou do Almanaque:

- *“Só não gostei da parte das histórias em quadrinhos, ou seja, quase tudo.”*

As respostas dos alunos às questões relativas à leitura de quadrinhos e à utilização do Almanaque nos indicam que o material teve uma excelente aceitação, uma vez que despertou o interesse deles não somente pelo conteúdo em estudo, mas também pela leitura desse gênero. As respostas dadas levam-nos a inferir que os quadrinhos foram quase que unanimemente aceitos pelos alunos.

Quando um aluno responde, como crítica, o pouco uso do gênero em sala de aula, fica evidente que a escola não tem feito opção por esse tipo de material. Tradicionalmente, as escolas escolhem o livro didático para o ensino e, muitas vezes, eles se tornam os únicos instrumentos didáticos, assim como apontado por Loreto e Sepel (2003) e Bari (2008). Não queremos dizer que seja esse o caso da escola pesquisada. Porém, é importante lembrar que os PCN e os CBC apontam para um trabalho didático mais progressivo, que lance mão de diferentes instrumentos. Infelizmente, não é isso que temos visto nas escolas. Os instrumentos utilizados tradicionalmente, em geral, reproduzem modelos que se perpetuam no universo escolar, como a memorização e repetição dos conteúdos presentes nos manuais escolares. Para Bari (2008), esses manuais nem sempre apresentam as relações tecnológicas necessárias à compreensão dos conhecimentos científicos como os de genética.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que podemos perceber em nossa trajetória como professores é que muito do que foi praticado nas salas de aula, desde a década de 1940, continua presente nas práticas atuais, como o ensino estritamente livresco e transmissivo. Podemos notar que o público escolar atual, em geral, é formado por uma população jovem, que tem cada vez mais acesso à informação por meio de diferentes fontes, por vezes mais atrativas que aquelas oferecidas pela escola. Devido a isto, a escola torna-se um local de construção de conhecimento cada vez menos interessante e proveitoso ao jovem. Frente a essa demanda e esse novo perfil do aluno, é de se esperar que a escola se adeque a esse público e ofereça formas mais atrativas de acesso à informação.

Ao abordar o ensino de ciências e, particularmente, o uso do gênero histórias em quadrinhos, procuramos, inicialmente, buscar fundamentos para uma prática pedagógica diferenciada nos instrumentos legais como PCN e CBC. Esses instrumentos apontam para a necessidade de se pensar um ensino que não considere apenas os conteúdos, como também as ações didáticas para a sua construção. É preciso considerar que a diversidade dos perfis de alunos demanda estratégias mais elaboradas e que apresentem resultados mais eficazes, a fim de alcançar o novo perfil de estudantes que encontramos em nossas salas de aula. Nesse sentido, os gêneros textuais cumprem uma função importante.

Segundo Rojo (2000) e Barbosa e Campos (2012), os gêneros são instrumentos de internalização do conhecimento, sendo a utilização de diferentes formas desse instrumento uma maneira de se promover a linguagem e a apropriação de conceitos, inclusive os científicos. Os PCN tratam da questão da inserção de diferentes gêneros textuais em sala de aula que não somente os presentes nos livros didáticos. Esse documento orienta para a necessidade de se desenvolver a leitura, a escrita e a oralidade a partir de uma diversidade textual, tendo em vista que os alunos,

cotidianamente, possuem contato com os mais diversos gêneros, que não somente aqueles normalmente praticados na escola (BRASIL, 1998).

Embora os CBC de Ciências Naturais orientem que a construção dos conhecimentos em sala de aula deva articular o desenvolvimento não somente dos conceitos, mas também dos procedimentos e atitudes, temos visto que isso, de fato, não tem se concretizado. A ciência interfere e sofre interferência de aspectos culturais, econômicos, sociais, históricos e políticos, e, a partir do ensino das ciências, a escola pode promover novas posturas e ações em seus alunos (MINAS GERAIS, 2006), tornando-se fundamental a revisão da postura didática em sala de aula.

Lopes (2006) sinaliza para a influência e as tensões geradas pelos diversos interesses econômicos, políticos e sociais que permeiam a produção e a concretização de práticas educacionais orientadas pelos currículos. Ao optar por um ou outro interesse, as políticas curriculares se apropriam de determinados discursos em detrimento de outros. É então que as tensões surgem e refletem nas práticas em sala de aula. Nem sempre as políticas locais, que interferem diretamente nas políticas e práticas escolares, estão de acordo com os interesses defendidos e expressos nos currículos, culminando com o distanciamento entre o que o currículo propõe e o que é praticado nas salas de aula.

Quando iniciamos a pesquisa, partimos do pressuposto de que o uso de diferentes gêneros textuais em sala de aula e o desenvolvimento das três dimensões do conteúdo, conceitual, atitudinal e procedimental, como orientado pelos currículos oficiais, não têm sido uma constante, particularmente no ensino de ciências. Essa realidade é um reflexo dessa tensão apontada por Lopes (2006). Assim, frente às leituras e discussões realizadas neste trabalho, buscamos refletir sobre as práticas, orientadas pelos PCN e CBC, direcionadas à construção de conceitos complexos, no caso, a genética, sob a mediação de um gênero não escolarizado, as histórias em quadrinhos.

Acreditamos, assim como Vygotsky (2005) e Driver *et al.* (1999), que a aprendizagem se dá pela relação entre o sujeito e o mundo por meio da linguagem. Esse fato pôde ser identificado quando, durante a execu-

ção das atividades em sala, houve interação entre os alunos e entre eles e o objeto de conhecimento mediado pelo Almanaque. Essa interação promoveu o desenvolvimento dos conceitos, procedimentos e atitudes que contribuíram para uma efetiva apropriação dos conceitos científicos pelos alunos. A interação entre os pares e a ferramenta cultural, no caso, o Almanaque, sob a mediação do membro experiente, a professora, promoveu uma relação dialógica que favoreceu a construção e o desenvolvimento das três dimensões do conteúdo, sob uma perspectiva socio-cultural da aprendizagem, assim como orientado por Driver *et al.* (1999).

O que podemos observar, durante nossa trajetória como professores e tal como apontado por muitos autores (BUGALLO, 1995; LORETO e SEPEL, 2003; SCHEID e FERRARI, 2006; BARNI, 2010), é que as práticas de ensino de genética, em geral, não favorecem essa relação dialógica na construção de conhecimentos. Nesse caso, vimos que a interação promovida durante a sequência didática acompanhada foi positiva no sentido de promover não a valorização da memorização de conceitos, e sim da sua problematização e discussão em grupo, além da utilização de uma ferramenta cultural que aproxima a linguagem cotidiana da científica, favorecendo a construção dos conhecimentos.

A introdução do gênero textual histórias em quadrinhos, auxiliada pela dinâmica das aulas, favoreceu a construção dos conhecimentos sobre genética, uma vez que, como apontado por Barbosa e Campos (2012), os gêneros textuais se configuram em instrumentos de ensino ao aproximar os alunos de sua língua, ao mesmo tempo em que articulam diferentes conteúdos. Destacamos os resultados das atividades 3, “Armazenamento das informações genéticas”, e 5, “Herança genética”, para exemplificar os resultados positivos alcançados na realização da sequência de atividades.

Durante a realização da atividade 3, pudemos concluir que a elaboração de analogias realizada pelos alunos como instrumento de construção dos saberes científicos foi ao encontro das potencialidades apontadas por Duarte (2005) sobre o uso desse recurso. Para a autora, o uso de analogias no ensino de ciências é capaz de promover o raciocínio ana-

lógico, além da criatividade e da tomada de decisões. Esse ponto pode ser observado frente às produções dos alunos, nas quais pudemos identificar como eles conseguem analisar o fenômeno em estudo, no caso, o armazenamento das informações genéticas, e elaborar comparações criativas e interessantes para interpretar o fenômeno. Ao elaborar as analogias, assim como apontado pela autora, eles foram capazes de tornar os conceitos científicos, que antes eram abstratos, em algo inteligível, mais próximo da realidade deles, facilitando a construção dos conceitos trabalhados. Por fim, sobre as potencialidades do uso de analogias apontadas por Duarte (2005), ressaltamos que as produções dos alunos foram essenciais para que pudéssemos avaliar como e quais conceitos eles construíram ao longo da atividade.

Além das potencialidades apontadas por Duarte (2005), ressaltamos que a associação entre os conhecimentos científicos e os espontâneos, apresentados nas produções dos alunos, são essenciais para a compreensão dos conceitos científicos sob uma perspectiva sociocultural da aprendizagem, uma vez que a cultura e as relações sociais são essenciais na construção do conhecimento, segundo Vygotsky (2005). Vimos, também, que a dinâmica coletiva de realização da tarefa (os alunos resolveram o problema proposto em pequenos grupos), além de ir ao encontro das orientações de Driver *et. al.* (1999) sobre a construção do conhecimento coletivo, nos indica o desenvolvimento de conteúdos procedimentais (CARVALHO, 2013).

Sobre a realização da atividade 5, “Herança genética”, podemos ressaltar que o seu desenvolvimento promoveu a apropriação dos conteúdos e discursos científicos, além de habilidades de escrita nas convenções próprias dos diferentes gêneros textuais, a saber: conto, crônica, entrevista, carta, diário e lenda. O trabalho com os gêneros textuais promovido pela atividade possibilitou a imersão dos alunos em diferentes práticas de linguagem, mediada pelos gêneros. Assim, os gêneros, como recursos didáticos, ao adentrarem a sala de aula, contribuíram para a apropriação de diferentes conhecimentos, tanto os relacionados ao conhecimento científico, quanto os relacionados à linguagem.

A proposta da atividade estava em concordância com as orientações dos currículos nacionais (PCN) e estaduais (CBC), além das discussões atuais sobre a inclusão de diversos gêneros em sala de aula (que não somente aqueles escolarizados) e das discussões propostas por Barbosa e Campos (2012). A atividade foi capaz de promover a leitura, a escrita e a oralidade, por meio dos gêneros textuais, como orientado pelos PCN (BRASIL, 1998) e Schneuwly e Dolz (1999). Essa promoção, de diferentes habilidades em sala de aula, contribuiu para a enculturação de diferentes saberes, sejam eles os referentes ao conhecimento científico, como, também, aqueles inerentes ao estudo sobre literatura e língua portuguesa (DRIVER *et al.*, 1999). Essa dinâmica gerou, ainda, uma situação de interdisciplinaridade entre as disciplinas de ciências e literatura, apontada pelos PCN como essenciais à construção dos conhecimentos.

Sobre as respostas dos alunos ao pós-teste, podemos ver que houve respostas que se enquadraram no padrão da linguagem científica, demonstrando a construção dos conceitos trabalhados, como também tivemos aquelas que se aproximaram dessa linguagem. A presença de respostas nessa segunda categoria não se configura em um problema, como aponta Vygotsky (2005), uma vez que o uso do discurso de senso comum, aliado ao discurso científico na construção do conhecimento científico, é valorizado na teoria sociocultural proposta pelo estudioso. Para ele, a compreensão dos conceitos científicos deve ter, para o sujeito, traços do seu pensamento espontâneo, uma vez que os não espontâneos não fazem parte da sua vida cotidiana e são construídos a partir de um esforço intelectual. As duas categorias de conceitos se relacionam na medida em que uma influencia na compreensão da outra. Portanto, nenhuma das duas deve ser desconsiderada na formação de um novo conceito (VYGOTSKY, 2005).

Sobre o interesse dos alunos pela leitura do gênero textual história em quadrinhos, inicialmente a maioria deles respondeu não se interessar pelo gênero, diferentemente do que foi apontado por Rama e Vergueiro (2009), que afirmam que os quadrinhos fazem parte da leitura de referência entre os jovens. Porém, após a sequência de atividades, pudemos

notar que, além do auxílio na apropriação dos conceitos sobre genética, o uso do Almanaque nas aulas de ciências promoveu o interesse de alunos que não tinham o hábito da leitura do gênero. A associação de imagens e textos foi um dos elementos que auxiliou os alunos na interpretação da informação e compreensão de conceitos desenvolvidos em sala de aula, assim como apontado por esses autores.

Outra perspectiva apontada por eles que pode ser identificada neste trabalho, foi a contribuição da leitura de quadrinhos na ampliação do vocabulário dos alunos. Isso pode ser observado nas respostas às questões e na elaboração de textos em grupos, momento em que os alunos utilizaram as mesmas expressões presentes nos quadrinhos lidos. Assim como Santos (2001) apontou, o uso dos quadrinhos em sala de aula promoveu o interesse pela leitura e a motivação na realização de atividades, auxiliando na construção de novos significados.

Consideramos que os perfis da escola, dos alunos e da professora foram de grande importância na qualidade dos resultados alcançados por esta pesquisa. A proposta pedagógica da escola propõe o desenvolvimento de habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais na formação de seus alunos. Para alcançar o desenvolvimento dessas habilidades, os professores são orientados para a promoção de um ambiente dialógico, reflexivo e que lance mão de diferentes recursos pedagógicos. Tais características da instituição foram fundamentais para o desenvolvimento da sequência de atividades, pois havia uma perspectiva sociocultural proposta nesta pesquisa. A vasta experiência profissional da professora no ensino básico e superior, além de sua formação acadêmica, foi fundamental para a criação do rico e dialógico ambiente de aprendizagem estabelecido em sala de aula. Esse ambiente, mediado pelo uso do Almanaque, foi responsável pelos resultados positivos da execução da sequência de atividades. O perfil dos alunos da instituição de ensino também pode ter sido determinante para os resultados obtidos. Estudantes da rede privada, em geral, possuem maior acesso às tecnologias de informação e comunicação, ou seja, à internet e jogos eletrônicos. Esse acesso pode, ao mesmo tempo, distanciar-los do interesse pela leitura tradicional de

quadrinhos, realizada por meio de livros e gibis, mas também pode aproximá-los do acesso ao gênero, por meio de diferentes sites como blogs e redes sociais. Além disso, tais alunos, conforme a proposta pedagógica da escola, estão habituados a participar de aulas onde o dialogismo se faz presente, o que não gerou rejeição ou pouca participação nas atividades. Por outro lado, consideramos que, mesmo em diferentes salas de aula, com diferentes perfis de alunos e professores, o trabalho com o *Almanaque*, desde que realizado de uma forma dialógica, pode promover resultados tão positivos quanto os desta pesquisa.

Diante das análises e discussões, podemos afirmar que a dinâmica dialógica das aulas, promovida pela professora com o apoio do *Almanaque de Ciências da Professora Genna*, influenciou positivamente na construção dos conceitos sobre genética, uma vez que os resultados apontam para uma enculturação científica dos conceitos trabalhados, em que os alunos se apropriaram e utilizaram os conceitos científicos durante as atividades, além de apresentarem indícios do desenvolvimento não somente dos conceitos, mas também das atitudes e procedimentos inerentes ao aprendizado científico.

Por fim, consideramos que as reflexões e os resultados positivos aqui relatados podem servir como fomentadores do uso do gênero textual histórias em quadrinhos nas aulas de ciências, diminuindo o abismo existente entre o gênero e as práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. A. *Interações e práticas de letramento mediadas pela revista Ciência Hoje das Crianças em sala de aula*. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

ALVES, T. L. B. PEREIRA, S. S. CABRAL, L. N. A utilização de charges e tiras humorísticas como recurso didático-pedagógico mobilizador no processo de ensino-aprendizagem da Geografia. *Educação Santa Maria*. v. 38. n. 2. p. 417-432. Maio/ago. 2013.

BARBOSA, R. C. CAMPOS, L. S. A Leitura nas aulas de Ciências Naturais e Biologia. *IV Seminário de políticas públicas, gestão e práxis educacionais*. Vitória da Conquista, Bahia, 2012.

BARI, V. A. *O potencial das Histórias em Quadrinhos na Formação de Leitores*: busca de um contraponto entre os panoramas culturais brasileiro e europeu. Tese (Doutorado) – Escola de Comunicação e Arte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

BARI, V. A.; SANTANA, G. S. A cultura do almanaque em Sergipe: estudos a partir de acervo de obras raras do acervo “Documentação Sergipana” em restauro e digitalização. Comunicação Oral - *XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB 2012*. Disponível em: <http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/bitstream/handle/123456789/1320/Bari_Santana.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 de jan. de 2014.

BARNI, G. S. *A Importância e o sentido de estudar Genética para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede Estadual de ensino em Gaspar (SC)*. Dissertação (Mestrado) Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, SC, 2010.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução M. J. Alvarez. Porto Editora. Portugal: 1994.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a Entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. vol. 2, nº 1 (3), jan.-jul./2005, p. 68-80.

BRAIT, B.; PISTORI, M.H.C. A produtividade do conceito de gênero em Bakhtin e o Círculo. *Alfa: Revista de Linguística (UNESP. Online)*, v. 56, p. 371-401, 2012. Disponível em: <<http://seer.fclar.unesp.br/alfa/article/view/5531>>. Acesso em: 27 de abr. de 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a educação*. Brasília: MEC, SEB, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUGALLO, R. A. La Didáctica de La Genética: revision bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.3, p.379-385, 1995.

CANTO, E. L. *Ciências Naturais - Aprendendo com o cotidiano - 9º ano*. 4ª Ed. Ed. Moderna, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (org.) *Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: CENGAGE Learning, 2013, 152 p.

CARVALHO, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.154 p.

CARVALHO, D. *A educação está no gibi*. Campinas, SP: Papirus, 2006.

CID, M. e NETO, A. J. *Dificuldades de Aprendizagem e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: o Caso da Genética*. Enseñanza de las Ciencias, número extra. VII Congresso, 2005.

COLÉGIO PETRÓPOLIS. *Experimentando a Genética: Um estímulo ao prazer científico*. 8ª série do Ensino Fundamental. São Bernardo do Campo, SP, 2007. 52 p.

DIONISIO, A. P.; BEZERRA, M. A.; MACHADO, A. R. (Org.). *Gêneros textuais e Ensino*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Lucerna, 2002. vol. 1, p. 229.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*. nº 9, maio 1999.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências* v.10(1), pp. 7-29 - Instituto de Educação e Psicologia Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.

EISNER, W. *Quadrinhos e arte sequencial*. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1989.

FEIJÓ, M. *Quadrinhos em ação - Um século de história*. Editora Moderna, 1 ed. 79 p. São Paulo, 1997.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Dados Estatísticos do Programa Nacional do Livro Didático*. 2014. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>> Acesso em: mar. de 2014.

JUSTINA, L.A.D., RIPEL, J. L. Ensino de Genética: Representações da Ciência da Hereditariedade no Nível Médio. In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2003, Bauru. Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: ABRAPEC, 2003.

KALAMAR, L; MACHADO, C. J; Levantamento e classificação das analogias presentes em livros didáticos de biologia do ensino médio, com enfoque no tema genética. *Ensino, Saúde e Ambiente – V7 (3)*, p. 30-49, Dez. 2014.

LIBÂNEO, J. C. A. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. *Educar, Curitiba*, n. 24, p. 113-147. Editora UFPR, 2004.

LOPES, A. C. Discursos nas Políticas de Currículo. *Currículo sem Fronteiras*, v.6, n.2, pp.33-52, Jul./Dez 2006.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p.149-156, 2003.

MARCUSCHI, L. A. Gêneros textuais: definição e funcionalidade. . In: DIONISIO, A.; MACHADO, A. R.; BEZERRA, M. A. (Org.). *Gêneros textuais e ensino*. 2ed. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002, v. 1, p. 194-207.

MENDONÇA, M. R. S. Um gênero quadro a quadro: a história em quadrinhos. In: DIONISIO, A.; MACHADO, A. R.; BEZERRA, M. A. (Org.). *Gêneros textuais e ensino*. 2ed. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002, v. 1, p. 194-207.

MINAS GERAIS. Secretaria de estado de educação. *Conteúdo Básico Comum. Educação Básica - Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries)*. Belo Horizonte, MG, 2006.

OLIVEIRA, L. G. *Super almanaque de ciências da professora Genna: Uso didático de histórias em quadrinhos para o ensino de genética no ensino fundamental*. 2015. 208f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2015.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: *Aprendizado e Desenvolvimento*. Um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

RAMA, Â.; VERGUEIRO, W. (org.). *Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula*. 3. Ed. 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2009.

RAMOS, J. E. PIASSINI, L. P. Relatividade e Gravitação com Calvin e Haroldo: O humor as tiras em quadrinho no ensino de física. *III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*. Niterói/RJ, 2012.

RAMOS, P. Histórias em Quadrinhos: Um novo objeto de estudos. *Estudos Lingüísticos XXXV*, p. 1574-1583, 2006.

ROJO, R. H. R. Interação em sala de aula e gêneros escolares do discurso: Um enfoque enunciativo. *Anais do II Congresso Nacional da ABRALIN*: Florianópolis: UFSC/ABRALIN, 2000. Disponível em: <<http://www.leffa.pro.br/textos/Rojo.pdf>>. Acesso em: 20 de out. de 2014.

SANTOS, R. E. *Aplicações da História em Quadrinhos*. Comunicação & Educação, São Paulo, (22): 46 a 51, set./dez. 2001.

SANTOS, R. E.; VERGUEIRO, W. *Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática*. EccoS – Rev. Cient., São Paulo, n. 27, p. 81-95, jan./abr. 2012.

SANTOS, R. M. A. S. *Os Gêneros Textuais como ferramenta didática para o ensino da linguagem*. Recife, PE. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco.

SCHEID, N. M. J. FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.

SCHNEUWLY, B. DOLZ, J. Os gêneros escolares Das práticas de linguagem aos objetos de ensino. Tradução de Glaís Sales Cordeiro. *Revista Brasileira de Educação*. Mai/Jun./Jul./Ago. 1999.

SILVA, N. S. AGUIAR, O. G. A estrutura composicional dos textos de estudantes sobre ciclos de materiais: evidências de uso e apropriação da linguagem científica. *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)*. Brasília, DF, Brasil, 2010.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

APÊNDICE - ALMANAQUE DE CIÊNCIAS DA PROFESSORA GENNA



ESCRITO POR:
LUIZA GABRIELA
DE OLIVEIRA

REVISADO POR:
MARCO ANTONIO
MELO FRANCO
E
MARILIA CARLA DE
MELLO GAIA

EDIÇÃO E
ILUSTRAÇÕES:
BARBARA
DAMASCENO

PERTENCE À:
NOME: _____
E-MAIL: _____
IDADE: _____
TURMA: _____

EDITORIAL

The form consists of four speech bubbles on a light blue background. The top-left bubble is green and contains the author's name. The top-right bubble is yellow and contains the reviewers' names. The bottom-right bubble is pink and contains the editor and illustrator's names. The bottom-left bubble is purple and contains a registration section with fields for name, email, age, and class. The word 'EDITORIAL' is written in large, bold, black letters at the bottom right.



QUERIDOS ESTUDANTES!!!
EU SOU A PROFESSORA GENNA, DOU AULAS DE
CIÊNCIAS E SOU GENETICISTA. FAÇO PESQUISAS
NA ÁREA DE GENÉTICA. CRIEI ESSE ALMANAQUE
PARA AJUDÁ-LO EM SEUS ESTUDOS DESSA CIÊNCIA
MARAVILHOSA! NELE VOCÊ VAI CONHECER OS
PRINCIPAIS CONCEITOS DE GENÉTICA ATRAVÉS DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS!
É OU NÃO UMA FORMA DIVERTIDA DE
APRENDER? ENTÃO MÃOS À OBRA E
BONS ESTUDOS!!!

INTRODUÇÃO À GENÉTICA

04

ATIVIDADE 1

ATRAVÉS DA LEITURA DESSOS QUADRINHOS VOCÊ VAI CONHECER A GENÉTICA,
CIÊNCIA QUE ESTUDA OS FATORES RESPONSÁVEIS PELO FUNCIONAMENTO
DAS CÉLULAS E DAS CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS.

PARA INTRODUIZIR O ESTUDO DA
GENÉTICA PRECISAMOS ENTENDER
O QUE É ESSA CIÊNCIA!
VAMOS COMEÇAR????



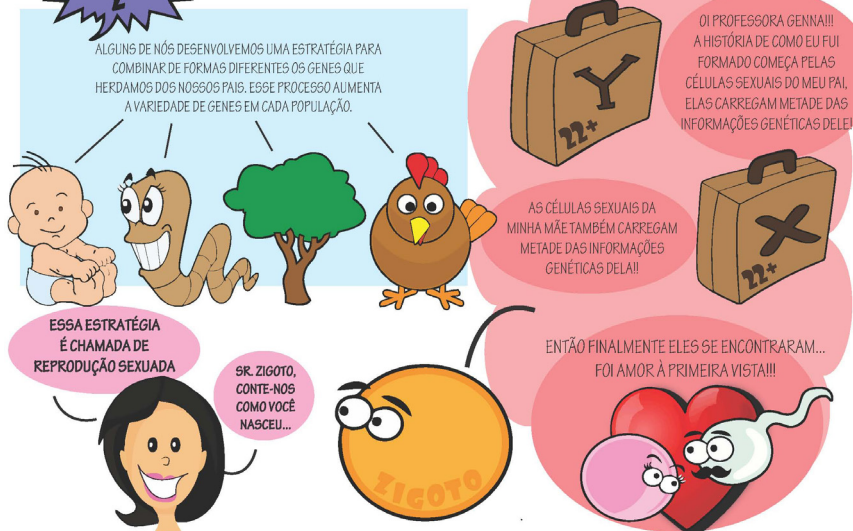
LEIA A HISTÓRIA EM QUADRINHOS:
GENÉTICA HUMANA - PARTE 1
DA REVISTINHA
SAIBA MAIS SOBRE GENÉTICA
COM A TURMA DA MÔNICA
LEIA AS PÁGINAS DE 4 A 14
E DEPOIS RESPONDA
À QUESTÃO:

- a) APÓS A LEITURA DESSE TEXTO EU GOSTARIA DE SABER
A SUA OPINIÃO SOBRE ELE:
VOCÊ GOSTOU DESSA LEITURA? O QUE VOCÊ IDENTIFICA
NESSE TEXTO QUE POSSA TER AJUDADO OU DIFICULTADO
O SEU ENTENDIMENTO SOBRE A GENÉTICA?

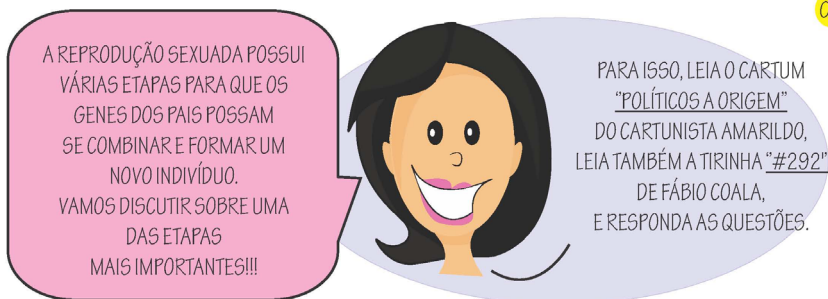
ATIVIDADE 2

DE ONDE VÊM ESSES TAIS GENES

05



06

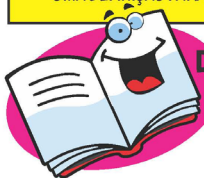


a) O CARTUM E A TIRINHA MOSTRAM UMA DAS ETAPAS DA REPRODUÇÃO SEXUADA. COMO SE CHAMA ESSA ETAPA?

b) QUAIS SÃO AS CÉLULAS ENVOLVIDAS NESSE PROCESSO? QUAL SERÁ O PRODUTO DESSE PROCESSO?

c) DISCUTA COM SEUS COLEGAS E ELABOREM JUNTOS UMA EXPLICAÇÃO DE ONDE E COMO OCORRE ESSE PROCESSO NOS SERES HUMANOS:

NESTA ATIVIDADE VOCÊ TERÁ A OPORTUNIDADE DE ELABORAR A SUA PRÓPRIA DEFINIÇÃO SOBRE TERMOS QUE SÃO MUITO UTILIZADOS NO ESTUDO DE GENÉTICA. TODA VEZ QUE VER ESTE LIVRINHO, VOCÊ DEVERÁ VOLTAR AOS CONTEÚDOS ESTUDADOS E ELABORAR UMA DEFINIÇÃO PARA AS PALAVRAS APRESENTADAS! VAMOS LÁ! MÃOS À OBRA



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

REPRODUÇÃO SEXUADA: _____

ESPERMATOZOÍDE: _____

ÓVULO: _____

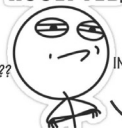
FECUNDAÇÃO: _____

ZIGOTO: _____



MAS E AI??? DE ONDE VEM
ESSA TAL INFORMAÇÃO GENÉTICA??
DE UMA MÁLA???
EXPLICA ISSO DIREITO...

**CHALLENGE
ACCEPTED**



NEM VEM ME TROLLAR SR. TROLL!!!
ESSA FOI SÓ UMA FORMA DIVERTIDA DE
EXPLICAR QUE AS CÉLULAS SEXUAIS
CARREGAM EM SEUS NÚCLEOS AS
INFORMAÇÕES GENÉTICAS NECESSÁRIAS
PARA GERAR UM NOVO SER VIVO!!!

**ATIVIDADE
3**

ARMAZENAMENTO DAS INFORMAÇÕES GENÉTICAS

VAMOS ENTENDER ENTÃO COMO AS INFORMAÇÕES GENÉTICAS ESTÃO ARMAZENADAS NO NÚCLEO DAS CÉLULAS. LEIA AS PÁGINAS 29 E 33 DO LIVRO GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS DE MARK SCHULTZ (ROTEIRO), ZANDER CANNON E KEVIN CANNON (ARTE)

VOCÊ SABE O QUE É UMA
MACROMOLÉCULA??
PESQUISE E NOS CONTE:



VÁ ATÉ A PÁGINA 35 DO LIVRO GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS E ENTENDA COMO O DNA SE ORGANIZA NAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS!!

OS CROMOSSOMOS SÃO UNIDADES MUITO IMPORTANTES PARA O ESTUDO DA GENÉTICA. ELES PODEM TER NÚMERO E FORMA DIFERENTES EM CADA ESPÉCIE. PARA CONHECER MAIS SOBRE OS CROMOSSOMOS LEIA AS PÁGINAS 58, 59 E 60 DO LIVRO GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS



USE ESTE ESPAÇO PARA A ATIVIDADE 3

AGORA LEIA OS QUADRINHOS DA PÁGINA 34 DO LIVRO GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS. NELA HÁ UMA ANALOGIA ENTRE O ARMAZENAMENTO DE DADOS NO NÚCLEO DAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS COM O ARMAZENAMENTO DE DADOS DE UM COMPUTADOR.

REÚNA COM SEUS COLEGAS E DISCUTA QUAIS NOVAS ANALOGIAS PODEMOS FAZER PARA TENTAR EXPLICAR COMO SÃO ARMAZENADAS AS INFORMAÇÕES GENÉTICAS DOS SERES EUCARIÓTICOS.

CRIEM UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS, UMA CHARGE, UM CARTUM OU UMA TIRINHA COM A ANALOGIA QUE VOCÊS CRIARAM.



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

11

CÉLULA EUCARIÓTICA _____

NÚCLEO CELULAR: _____

CROMOSSOMOS: _____

DNA: _____

HISTONAS: _____



DESCULPA A VERGONHA
QUE PASSEI COM O LANCE
DA MALA....



O DNA E A VIDA NA TERRA

12



LEIA A TIRINHA DE FRANK E ERNEST DO CARTUNISTA BOB THAVES
ELA FAZ UMA BRINCADEIRA COM A FUNÇÃO EXERCIDA PELAS
MACROMOLÉCULAS DE DNA. EXPLIQUE QUAIS SÃO
ESSAS "COISAS" QUE ESSA MOLÉCULA DEVE SE "LEMBRAR"

LEIA A HQ
"A SEMENTE DAS NOSSAS
DIFERENÇAS"
DE FÁBIO MOON
E GABRIEL BÁ.



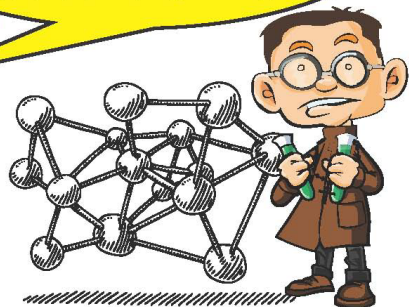
INTERPRETE A HQ INDICADA, OBSERVE AS IMAGENS DA HISTÓRIA E AS
RELACIONE COM TUDO QUE VOCÊ VIU ATÉ AGORA E RESPONDA AO
ESQUILO: QUAL É A SEMENTE DAS NOSSAS DIFERENÇAS? OU SEJA,
DE ONDE VEM AS DIFERENÇAS ENTRE OS SERES VIVOS? EXPLIQUE:

DISCUTA COM SEUS COLEGAS E RESPONDA: QUAL A IMPORTÂNCIA DOS SERES
VIVOS SEREM TÃO DIFERENTES UNS DOS OUTROS, MESMO EM UMA MESMA ESPÉCIE?



HERANÇA GENÉTICA

A BASE DOS ESTUDOS DA
GENÉTICA MODERNA FORAM OS
TRABALHOS DO MONGE AGOSTINIANO GREGOR MENDEL.
QUER SABER MAIS SOBRE SEUS ESTUDOS??
LEIA AS PÁGINAS 78 A 83 DO LIVRO
GENÉTICA E DNA EM QUADRINHOS



A PARTIR DA LEITURA DA HQ SOBRE OS TRABALHOS DE GREGOR MENDEL, REÚNA EM GRUPOS E RECONTE A HISTÓRIA DE SEUS EXPERIMENTOS, O QUE ELE FEZ, QUAIS FORAM OS RESULTADOS E A CONCLUSÃO QUE ELE CHEGOU. FAÇA EM UM FORMATO DIFERENTE DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS. PODE SER COM UMA CARTA, UM DIÁRIO, UMA CRÔNICA, UMA POESIA/POEMA, UM CONTO OU UMA ENTREVISTA! MÃOS E CRIATIVIDADE À OBRA!!!



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

ALELOS: _____

GENÓTIPO: _____

FENÓTIPOS: _____

CARACTERÍSTICAS AUTOSSÔMICAS: _____

FATORES (GENES) DOMINANTES: _____

FATORES (GENES) RECESSIVOS: _____

ATIVIDADE
6

ATUAÇÃO DOS GENES ¹⁷

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NO FUNCIONAMENTO DOS GENES

UMA CIRURGIA PLÁSTICA
ALTERA O NOSSO FENÓTIPO, MAS
O QUE ACONTECE COM O NOSSO
GENÓTIPO? VEJA A TIRINHA
"PUBLICITÉ MENSONGÈRE"
DA QUADRINISTA FRANCESA
CAMILLE BURGER.



IMAGINE QUE VOCÊ TRABALHE EM UMA GRANDE EDITORA DE REVISTAS EM QUADRINHOS! FORME A SUA EQUIPE DE CRIAÇÃO E JUNTOS VOCÊS DEVERÃO INTERPRETAR A HQ LIDA E CRIAR UM ROTEIRO, A PARTIR DELE CRIEM AS FALAS DOS PERSONAGENS, QUE PODEM SER BALÕES OU EM FORMA DE NARRAÇÃO! LEMBRE-SE DE UTILIZAR O QUE VOCÊ APRENDEU SOBRE GENÉTICA!

PARA SABER MAIS

VEJA NA INTERNET

COMO ELABORAR ROTEIROS:

<http://www.youtube.com/watch?v=fnDex-DIE7I>

COMO FAZER O LETREIRAMENTO:

<http://www.youtube.com/watch?v=JakP73Whw00>

SOBRE OS BALÕES:

<http://www.youtube.com/watch?v=KuR0Q9Ft4zY>

USE ESTE ESPAÇO PARA A ATIVIDADE 6

18

NÓS POSSUÍMOS CARACTERÍSTICAS QUE PODEM SER HERDADAS DE NOSSOS PAIS OU ADQUIRIDAS AO LONGO DE NOSSAS VIDAS. OS IRMÃOS OTTO E HEITOR, PERSONAGENS DO CARTUNISTA TIAGO VALADÃO CONVERSARAM SOBRE ALGUMAS DESSAS CARACTERÍSTICAS! VEJA A TIRINHA E DEPOIS RESPONDA:



a) QUAL DAS CARACTERÍSTICAS DOS IRMÃOS É DEFINIDA POR GENES E DIFICILMENTE É ALTERADA POR FATORES AMBIENTAIS? EXPLIQUE:

b) QUAL DELAS PODE TAMBÉM SER CONSIDERADA HEREDITÁRIA, MAS É FORTEMENTE INFLUENCIADA PELOS FATORES AMBIENTAIS? EXPLIQUE:

c) VOCÊ CONHECE MAIS ALGUMA CARACTERÍSTICA OU ATÉ MESMO UMA DOENÇA QUE PODE SER DEFINIDA PELA HERANÇA GENÉTICA MAS QUE TAMBÉM É MUITO INFLUENCIADA POR FATORES AMBIENTAIS? CITE E EXPLIQUE:



AS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DOS SERES VIVOS DEFINEM SEU MODO DE VIDA, HABITAT, NICHOS ECOLÓGICO E MUITOS COMPORTAMENTOS. O QUE ACONTECERIA NA NATUREZA SE PUDÉSSEMOS ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS DE UM RINOCERONTE, POR EXEMPLO?? A TIRINHA “#375” DE FÁBIO COALA NOS DÁ UMA IDEIA DO QUE PODE ACONTECER!!

a) QUAL CARACTERÍSTICA FENOTÍPICA MOSTRADA NA TIRINHA OS RINOCERONTES NORMALMENTE APRESENTAM?

b) DIFERENTE DO QUE OCORRE NA NATUREZA, O RINOCERONTE DA TIRINHA «CORRIGIU» AQUILO QUE PARA ELE ERA UM PROBLEMA. SABEMOS QUE ISSO NÃO OCORRE NA NATUREZA, MAS IMAGINE SE FOSSE POSSÍVEL, QUAIS OS MALEFÍCIOS ESSAS CORREÇÕES PODERIAM CAUSAR À NATUREZA E ÀS ESPÉCIES DE RINOCERONTES?

MELHORAMENTO GENÉTICO²¹

MELHORAMENTO POR CRUZAMENTO

ATIVIDADE 1

VOCÊ SABE A DIFERENÇA ENTRE SELEÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL??? O LIVRO "A ORIGEM DAS ESPÉCIES EM HQ" DE FERNANDO GONSALES EXPLICA ISSO E MUITO MAIS!! PARA REALIZAR ESSA ATIVIDADE LEIA A PARTE DO LIVRO: "VARIAÇÃO DO ESTADO DOMÉSTICO"



a) QUAIS OS POSSÍVEIS BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS QUE A SELEÇÃO ARTIFICIAL PODE TRAZER PARA O HOMEM E PARA A NATUREZA? _____

b) COM RELAÇÃO À SELEÇÃO NATURAL, QUAIS OS BENEFÍCIOS QUE ELA PODE TRAZER PARA A NATUREZA E OS SERES VIVOS? _____

MELHORAMENTO GENÉTICO²²

MELHORAMENTO POR MANIPULAÇÃO GENÉTICA

ATIVIDADE 8

INTERPRETE A TIRINHA "#179" DE FÁBIO COALA E RESPONDA:



a) VOCÊ ACHA QUE É POSSÍVEL REALIZAR A COMBINAÇÃO ENTRE DNA⁵ REALIZADA PELO CIENTISTA NA TIRINHA? EXPLIQUE: _____

b) SUPONHA QUE A COMBINAÇÃO SEJA POSSÍVEL, O HÍBRIDO QUE FOI GERADO PODERIA SER REAL? EXPLIQUE: _____

c) VOCÊ CONHECE ALGUM SER VIVO HÍBRIDO? QUAL? ELE É FRUTO DA COMBINAÇÃO DE DNA DE QUAIS SERES? _____

d) ATUALMENTE MUITOS CIENTISTAS TRABALHAM NA CRIAÇÃO DE SERES HÍBRIDOS, NA SUA OPINIÃO PORQUE ESSE TIPO DE PESQUISA É TÃO VALORIZADA? QUAIS OS BENEFÍCIOS QUE ALGUNS HÍBRIDOS PODEM TRAZER? _____

e) NA SUA OPINIÃO QUAIS OS MALEFÍCIOS QUE OS HÍBRIDOS PODEM GERAR EM AMBIENTES NATURAIS? EXPLIQUE: _____



DICIONÁRIO DE GENETIQUÊS

SELEÇÃO NATURAL: _____

SELEÇÃO ARTIFICIAL: _____

FATORES AMBIENTAIS: _____

SER HÍBRIDO: _____

ONDE ENCONTRAR AS HQ'S

Atividade 1

- Panini Comics, Saiba Mais! Sobre Genética com a Turma da Mônica. Editora Maurício de Sousa. nº 58. Páginas 4 a 14.

Atividade 2

- Cartum "Políticos a origem", de Amarildo.

Disponível em: <https://amarildocharge.wordpress.com/2013/01/14/politicos-origem/>

- Tira "Mentirinhas #292" de Fábio Coala.

Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-292/>

Atividade 3

SCHULTZ, MARK. Genética e DNA em quadrinhos. Blucher, São Paulo: 2011.

Páginas 29, 33, 34, 35, 58, 59 e 60.

Atividade 4

- Tira "Frank and Ernest", de Bob Thaves.

Disponível em: <https://goo.gl/3Hjoms>

- Tira "Quase nada 236" de Fábio Moon e Gabriel Bá.

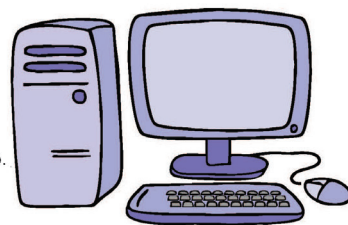
Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/10paezinhos/10741553784/>

Atividade 5

- SCHULTZ, MARK. Genética e DNA em quadrinhos. Blucher, São Paulo: 2011.

Páginas 78 a 83.

ONDE ENCONTRAR AS HQ'S



Atividade 6

- HQ "Publicité mensongère" de Camille Burger.
Disponível em: <https://goo.gl/thB3gi>
- Tira "Se a gente é irmão" Otto e Heitor de Thiago Valadão.
Disponível em: <http://www.ottoeheitor.com/t234.html>
- Tira "# Mentirinhas 375" de Fábio Coala.
Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-375/>

Atividade 7

- HQ "Variação do estado doméstico", presente no livro "A origem das espécies em HQ" de Fernando Gonsales.
Disponível em: http://docs12.minhateca.com.br/90808562_BR_0,0_Fernando-Gonsales---A-Origem-das-Esp%C3%A9cies-de-Charles-Darwin-em-HQ.pdf

Atividade 8

- Tira "Mentirinhas #179" de Fábio Coala.
Disponível em: <http://mentirinhas.com.br/mentirinhas-179/>

SOBRE A AUTORA

Luiza Gabriela de Oliveira possui Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (2010), Especialização em Ensino de Ciências por Investigação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012) e Mestrado em Ensino de Ciências, com ênfase em Biologia, pela Universidade Federal de Ouro Preto (2015). Atou como tutora e membro do corpo de avaliadores e orientadores de monografias da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) da Universidade Federal de Minas Gerais, como professora de Ciências e Biologia da Educação Básica e como editora executiva da *Revista Brasileira de Educação Básica* (Bolsista de Gestão em Ciência e Tecnologia - nível II, no projeto de extensão Pensar a Educação, Pensar o Brasil [1822-2022], em interface com pesquisa - FAPEMIG). Atualmente é revisora do periódico *Formação@Docente*, membro do corpo editorial da *Revista Brasileira de Educação Básica* e professora substituta do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Tem experiência na área de Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de Ciências, ensino por investigação, formação de professores da Educação Básica e produção de recursos didáticos.

"Este livro foi desenvolvido com as fontes *Berkeley Oldstyle*
e *Pill Gothic*, conforme Projeto Gráfico aprovado pela
Diretoria da Editora UFOP em 2014."

