

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS - CECH**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM**  
**EDUCAÇÃO - PPGPE**

Elizandra Paulino dos Santos

**O USO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM AULAS DE GENÉTICA NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**

São Carlos, SP. 2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS - CECH**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM**  
**EDUCAÇÃO - PPGPE**

Elizandra Paulino dos Santos

**O USO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM AULAS DE GENÉTICA NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).  
Área de Concentração: Ensino – Aprendizagem  
Linha de Pesquisa: Processos educativos  
Orientadora: Profª Drª Denise de Freitas

São Carlos, SP. 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Elizandra Paulino dos Santos, realizada em 20/02/2018:

*Denise de Freitas*

---

Profa. Dra. Denise de Freitas  
UFSCar

*Denise de Freitas*

---

Profa. Dra. Juliana Rink  
UFSCar

*Michel Pisa Carnio*

---

Prof. Dr. Michel Pisa Carnio  
UEM

## AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Denise de Freitas, que além de orientar o trabalho, incentivou com muito carinho, seu desenvolvimento e conclusão. Sem sua insistência e apoio, a finalização da pesquisa não seria possível.

Aos alunos da Escola X que participaram como sujeitos de pesquisa e à diretora Srª Luiza Maria Bueno que permitiu sua aplicação na unidade escolar.

À secretária Silvia e à professora Carla que organizaram meus horários de trabalho de forma que não coincidisse com os horários das disciplinas do Mestrado.

À Danilo Franco Maimone pelo apoio nos momentos difíceis e por me forçar a realizar superações.

## RESUMO

O questionamento sobre o papel fundamental da Escola na sociedade contemporânea é recorrente pelos profissionais da Educação diante das dificuldades de se construir modelos e práticas de ensino que abranjam as necessidades reais dos alunos. Considerando que a Escola tem por finalidade formar cidadãos crítico-reflexivos aptos a desempenhar seus papéis na sociedade de forma consciente, o pleno domínio da capacidade leitora é condição essencial. Por isso, utilizamos nesse trabalho textos de divulgação científica (TDC) como recurso didático devido ao seu grande potencial pedagógico. A pesquisa teve por objetivos: elaborar e aplicar uma sequência didática com conteúdos teóricos de genética numa perspectiva CTS; identificar a abordagem CTS do estudo; avaliar como a leitura de TDC contribuiu para o desenvolvimento da habilidade leitora; avaliar se o uso de TDC como recurso didático contribuiu para a consolidação da aprendizagem de conceitos de Genética. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado questionário de respostas abertas e questões de interpretação de textos. A sequência didática foi elaborada com textos extraídos das Revistas Ciência Hoje e Pesquisa FAPESP. Sua aplicação foi realizada em 2016, numa turma do 2º ano do EM de uma escola pública do interior de São Paulo. A análise das respostas dadas pelos alunos às questões de interpretação dos TDC nos revelou suas dificuldades em realizar inferências e em reconhecer o aspecto global dos textos. Em relação aos níveis no domínio cognitivo da taxonomia de Bloom revisada, esperava-se que os alunos do 2º ano do EM fossem capazes de realizar atividades pertencentes as categorias lembrar, entender, analisar e avaliar, porém os resultados indicam que os acertos às questões são maiores quando as mesmas requerem apenas o reconhecimento de informações explícitas (categoria lembrar). Quanto à aprendizagem em genética, percebemos um melhor domínio de conceitos como gene, genoma, mutação cromossômica, DNA e transgênicos. O pequeno avanço na aprendizagem conquistado nos leva a crer que o TDC seja um instrumento importante para a integração entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS) e que seu uso em aulas de Ciências permitirá uma introdução de uma abordagem CTS nos sistemas de ensino.

Palavras-chave: CTS; texto de divulgação científica; ensino de Ciências; ensino de Genética; Educação Básica.

## ABSTRACT

The questioning about the fundamental role of the School in contemporary society is recurrent by the professionals of Education faced with the difficulties of constructing models and teaching practices that cover the real needs of the students. Considering that the purpose of the School is to form critical and reflective citizens able to play their roles in society consciously, full mastery of reading ability is an essential condition. Therefore, we use in this work texts of scientific dissemination (SDT) as didactic resource due to its great pedagogical potential. The research had as objectives: to elaborate and to apply a didactic sequence with theoretical contents of genetics in a STS perspective; identify the STS approach of the study; to evaluate how the reading of SDT contributed to the development of the reading ability; to evaluate if the use of SDT as didactic resource contributed to the consolidation of the learning of concepts of Genetics. As an instrument of data collection, a questionnaire of open answers and questions of interpretation of texts were used. The didactic sequence was elaborated with texts extracted from the Magazines *Ciência Hoje* and *Pesquisa FAPESP*. Its application was made in 2016, in a class of the 2nd year of the high school of a public school in the interior of São Paulo. The analysis of the answers given by the students to the questions of interpretation of the SDT revealed difficulties in making inferences and in recognizing the overall aspect of the texts. Regarding the levels in the cognitive domain of the revised Bloom taxonomy, it was expected that students in the second year of high school were able to perform activities belonging to the categories remember, understand, analyze and evaluate, but the results indicate that the correct answers to questions are when they require only the recognition of explicit information (category remember). As for learning in genetics, we perceive a better mastery of concepts such as gene, genome, chromosomal mutation, DNA and transgenics. The small progress in learning conquered leads us to believe that SDT is an important instrument for the integration between Science, Technology and Society (STS) and that its use in Science classes will allow an introduction of a STS education system.

Key-words: STS; scientific dissemination text; science teaching; teaching of Genetics; Basic education.

LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01-</b> Bairro Cidade Aracy nos anos 1980	40
<b>Figura 02-</b> Bairro Cidade Aracy em 2014	41
<b>Figura 03-</b> Categorias das respostas dos alunos as questões orientadoras de leitura dos textos 01 e 02	54

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01-</b> Categorias dos conteúdos CTS segundo Aikenhead	29
<b>Quadro 02-</b> Categorias dos conteúdos CTS segundo John Ziman, modificadas	30
<b>Quadro 03-</b> Conteúdos e habilidades a serem desenvolvidos no 2º bimestre do 2º EM de acordo com o currículo de Biologia do Estado de São Paulo	35
<b>Quadro 04-</b> Classificação e Descrição dos Níveis de Proficiência do SARESP	44
<b>Quadro 05-</b> Níveis de Proficiência de Língua Portuguesa – SARESP	45
<b>Quadro 06-</b> Questionário Diagnóstico	48
<b>Quadro 07-</b> Questões orientadoras de leitura TDC 01 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome”	49
<b>Quadro 08-</b> Questões orientadoras de leitura TDC 02 “Fumantes: cromossomo sexual em risco”	49
<b>Quadro 09-</b> Estrutura da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo	56
<b>Quadro 10-</b> Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom – revisada	57
<b>Quadro 11-</b> Mudanças na subcategoria conhecimento no domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom	58
<b>Quadro 12-</b> Objetivos de aprendizagem das questões de leitura dos TDC 01 e 02	59
<b>Quadro 13-</b> Textos 03, 04, 05, 06 e 07 e objetivos de aprendizagem	59
<b>Quadro 14-</b> Classificação dos objetivos de aprendizagem de acordo como o processo cognitivo na Taxonomia de Bloom revisada	60
<b>Quadro 15-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q1T1	112
<b>Quadro 16-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q2T1	113
<b>Quadro 17-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q3T1	114
<b>Quadro 18-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q4T1	115
<b>Quadro 19-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q5T1	115
<b>Quadro 20-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q1T2	116
<b>Quadro 21-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q2T2	117
<b>Quadro 22-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q3T2	118
<b>Quadro 23-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q4T2	119
<b>Quadro 24-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q5T2	120
<b>Quadro 25-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q6T2	120
<b>Quadro 26-</b> Respostas dadas pelos alunos à Q7T2	121
<b>Quadro 27-</b> Identificação das ideias centrais do texto 03	122
<b>Quadro 28-</b> Identificação das ideias centrais do texto 04	124

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01-</b> Porcentagem de respostas a questão 01 do TDC 01 por categoria e análise	72
<b>Gráfico 02-</b> Porcentagem de respostas a questão 02 do TDC 01 por categoria e análise	72
<b>Gráfico 03-</b> Porcentagem de respostas a questão 03 do TDC 01 por categoria e análise	75
<b>Gráfico 04-</b> Porcentagem de respostas a questão 04 do TDC 01 por categoria e análise	75
<b>Gráfico 05-</b> Porcentagem de respostas a questão 05 do TDC 01 por categoria e análise	77
<b>Gráfico 06-</b> Porcentagem de acerto das questões orientadoras de leitura do TDC 01	78
<b>Gráfico 07-</b> Porcentagem de respostas a questão 01 do TDC 02 por categoria de análise	79
<b>Gráfico 08-</b> Porcentagem de respostas a questão 02 do TDC 02 por categoria de análise	79
<b>Gráfico 09-</b> Porcentagem de respostas a questão 03 do TDC 02 por categoria de análise	81
<b>Gráfico 10-</b> Porcentagem de respostas a questão 04 do TDC 02 por categoria de análise	81
<b>Gráfico 11-</b> Porcentagem de respostas a questão 05 do TDC 02 por categoria de análise	83
<b>Gráfico 12-</b> Porcentagem de respostas a questão 06 do TDC 02 por categoria de análise	83
<b>Gráfico 13-</b> Porcentagem de respostas a questão 07 do TDC 02 por categoria de análise	85
<b>Gráfico 14-</b> Porcentagem de acerto das questões orientadoras de leitura do texto 02	85
<b>Gráfico 15-</b> Ideias centrais identificadas no TDC 3	87
<b>Gráfico 16-</b> Ideias centrais identificadas no TDC 4	88

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01-</b> Número de Matrículas por série, na Escola X, no ano de 2016	42
<b>Tabela 02-</b> Médias de proficiência dos alunos da Escola X em Língua Portuguesa nas edições do SARESP de 2011 a 2015	45
<b>Tabela 03-</b> Atividades da SD e número de alunos participantes	66
<b>Tabela 04-</b> Objetivos de aprendizagem alcançados expressos em porcentagem	91
<b>Tabela 05-</b> Porcentagem de respostas dadas ao questionário diagnóstico	93
<b>Tabela 06-</b> Porcentagem de respostas ao questionário diagnóstico antes e depois da aplicação da SD	94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EF - Ensino Fundamental

EJA - Ensino de Jovens e Adultos

EM - Ensino Médio

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

C&T - Ciência e Tecnologia

DC - Divulgação Científica

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FDA - Food and Drug Administration

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDESP - Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

LP - Língua Portuguesa

NSTA - National Science Teachers Association

OCDE - Organization for Economic Co-operation and Development

OGM - Organismos Geneticamente Modificados

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PISA - Programme for International Student Assessment

PGH - Projeto Genoma Humano

QSC - Questões sociocientíficas

RC - Resposta relacionada ao texto

RCC - Resposta relacionada ao texto com cópia

RCCP - Resposta relacionada ao texto com cópia parcial

RCCPCPC - Resposta relacionada ao texto com cópia parcial correta ou parcialmente correta

RCCPI - Resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta

RCCT - Resposta relacionada ao texto com cópia total

RCCTCPC - Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta

RCCTI - Resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta

RCCR - Resposta relacionada ao texto com cópia reformulada

RCCRCPC - Resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta

RCCRI - Resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta

RCS - Resposta relacionada ao texto sem cópia

RCSCPC - Resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta

RCSI - Resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta

RS - Resposta sem relação com o texto

RSC - Resposta sem relação com o texto correta

RSI - Resposta sem relação com o texto incorreta

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SARESP - Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de SP

SD - Sequência didática

SEE-SP – Secretaria de Educação do Estado de São Paulo

TDC - Texto de Divulgação Científica

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA SOCIEDADE ATUAL.....</b>	<b>20</b>
1.1 A Alfabetização Científica .....	20
1.2 Currículos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), Divulgação Científica e Questões Sociocientíficas .....	24
1.3 O ensino de Genética na Educação Básica.....	31
1.4 O papel dos TDC nas aulas de Ciências.....	35
<b>CAPÍTULO 2 METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>39</b>
2.1 Método Qualitativo: Pesquisa de Intervenção .....	39
2.2 Caracterização do contexto escolar e dos participantes .....	39
2.3 Aplicação da Sequência Didática (Intervenção Pedagógica).....	46
2.4 Procedimento de Análise de Dados .....	53
<b>CAPÍTULO 3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>62</b>
3.1 Apresentação da Sequência Didática .....	62
3.2 Análise do tipo de abordagem CTS presente na Sequência Didática.....	67
3.3 Análise do desenvolvimento da habilidade leitora .....	71
3.4 Consolidação da aprendizagem de conceitos de Genética.....	92
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE B QUADROS DAS RESPOSTAS DE INTERPRETAÇÃO DE TEXTO..</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE C TERMO DE CONSENTIMENTO DA ESCOLA.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO A TDC 01.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO B TDC 02.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO A TDC 03.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO A TDC 04.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO A TDC 05.....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO A TDC 06.....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXO A TDC 07.....</b>	<b>144</b>

## APRESENTAÇÃO

Formada em 2008 em Ciências Biológicas como bacharel e licenciada, comecei a lecionar na Educação Básica em 2009 como professora substituta da rede estadual de ensino em escolas da Diretoria de São João da Boa Vista. Para minha surpresa, as primeiras aulas que substituí eram de Geografia! No meu primeiro ano como professora dei mais aulas de Matemática do que das disciplinas de Ciências e de Biologia juntas. Infelizmente, tal incoerência ocorre ainda hoje nas escolas públicas estaduais: professores são contratados como substitutos de quaisquer disciplinas como se cada área do conhecimento não exigisse suas especificidades, fato que contribui para a crescente desvalorização de nossa carreira docente.

Em 2010 fui contratada para ministrar a disciplina de Citologia para o curso de Educação Física de uma Faculdade privada em Mogi Guaçu, SP. O contato com o ensino superior possibilitou-me a percepção de meu perfil profissional: professora do ensino médio. Ao final do semestre, pedi para ser dispensada.

Acreditando que uma Educação de qualidade é um fator essencial para a formação de cidadãos conscientes capazes de construir uma sociedade com menos desigualdades, investi meus esforços profissionais na Educação Pública. Após ser aprovada em concurso público estadual comecei a trabalhar numa escola da periferia de São Carlos em 2011. Minha escolha por São Carlos tinha por objetivo continuar meus estudos ingressando num curso de pós-graduação, uma vez que havia me graduado na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos) e pretendia voltar à Universidade, o que só ocorreu em 2015 quando fui aprovada pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE).

Nesse meio tempo, enquanto professora de Biologia da E. E. Prof. Orlando Perez, assumi, ainda em 2011, a responsabilidade como professora supervisora do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) UFSCar das áreas de Química e Biologia. Minha função era receber alunos licenciandos na escola, e desenvolver atividades didáticas diferenciadas em parceria com eles, além de auxiliar na orientação da escrita e na correção dos portfólios desses alunos. O planejamento e a aplicação de atividades interdisciplinares entre as diferentes áreas do PIBID-UFSCar dentro da escola também faziam parte de nossas atribuições.

Acredito que a partir de 2014, com a ampliação do número de bolsas do programa, comecei a receber e a orientar apenas licenciandos da área da Biologia. Tal parceria contribuiu substancialmente para minha formação em serviço e me incentivou a fazer pesquisa

na área da Educação Básica. Em decorrência de outras atribuições, deixei de ser supervisora do Programa em 2016.

Ainda como resultado da aprovação do concurso em 2010, em 2012 assumi outro cargo como professora do Estado, agora na disciplina Ciências da Natureza e passei a lecionar na periferia de Ibaté. Em 2014 consegui a remoção para uma escola na região central de São Carlos, onde trabalhei neste ano. Com o fechamento de salas e diminuição do número de aulas fui removida em 2015 para uma escola no mesmo bairro onde já lecionava Biologia.

Em decorrência das dificuldades do trabalho no ensino fundamental, acrescidas pela progressão continuada (regime instituído no sistema de ensino do Estado de São Paulo em 1997, no qual os alunos do ensino fundamental não podem ser retidos por rendimento insuficiente ao longo das séries, a não ser ao final dos ciclos (5º e 9º anos) e no 6º ano, devendo ter garantidas a recuperação contínua e paralela).

Na prática funciona como um convite ao não esforço e a não aprendizagem uma vez que os alunos ao saberem que aprendendo ou não o que lhes é ensinado eles não serão retidos, não se dedicam o quanto poderiam aos seus estudos e também não comparecem às aulas de recuperação.

Juntamente com a sobrecarga de trabalho que possuía, após um ano e meio nesta escola de ensino fundamental pedi a exoneração do cargo em 2016. Enquanto atuava nas duas escolas estaduais realizei alguns cursos de aperfeiçoamento profissional oferecidos pela Secretaria da Educação do Estado (SEE) tanto nas modalidades presencial quanto à distância.

Em 2013 iniciei o curso de Especialização em Educação em Ciências oferecido pelo CDCC (Centro de Divulgação Científica e Cultural), USP (Universidade de São Paulo), São Carlos, o qual concluí em 2015. Após sua conclusão ingressei no Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da UFSCar, o início do desafio.

Digo que realizar o curso de mestrado profissional simultaneamente ao trabalho na escola foi um grande desafio, pois muitas vezes o segundo interferiu no desenvolvimento do primeiro, sendo que o desgaste físico e emocional do trabalho na escola tornou muitas vezes meus estudos insuficientes ou dificultosos devido à falta de motivação.

Nos últimos dois anos vi uma degradação tão grande em minhas condições de trabalho que comecei a questionar o papel da Educação pública e o meu próprio ofício. Estive a ponto de abandonar o trabalho docente, pois não conseguia atribuir o adjetivo qualidade às minhas aulas, que foram se tornando cada vez mais penosas de ministrar. Quando o trabalho em sala de aula tornou-se sem propósito, a pesquisa de mestrado obteve o mesmo valor e quase desisti de finalizá-la...

## INTRODUÇÃO

O questionamento sobre o papel fundamental da Escola na sociedade contemporânea é recorrente pelos profissionais da Educação diante das dificuldades de se construir modelos e práticas de ensino que abranjam as necessidades reais de nossos alunos.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, a educação como um todo é dever da família e do Estado e tem por finalidade o desenvolvimento integral do sujeito, preparando-o para o exercício da cidadania e qualificando-o para o mercado de trabalho (BRASIL, 1996, p. 01). Assim, a escola teria por finalidade formar cidadãos crítico-reflexivos aptos a desempenhar seus papéis na sociedade de forma consciente e inspirada nos princípios de liberdade e de solidariedade humana.

Na prática, há duas formas de ensino predominantes no contexto escolar brasileiro. Na primeira, os conhecimentos das várias áreas são ensinados conforme sua apresentação e sistematização nos livros didáticos, reservando-se alguns momentos para atividades diferenciadas de cunho cultural. Na segunda, há priorização de saberes supostamente úteis para a formação do pensamento crítico e, conseqüentemente, para o exercício da cidadania. Nesta, os conteúdos clássicos acabam sendo valorizados pela possibilidade de servirem a tal formação (SFORNI; GALUCH, 2006).

Ainda, o modelo atual de educação conta com alunos extremamente desinteressados no que a escola tem para lhes oferecer em relação à aquisição e à construção de conhecimento. Tal desinteresse mostra a necessidade de um rompimento não só com as metodologias tradicionais de ensino, mas também com os modelos organizacionais vigentes ainda bastante autoritários nos quais as decisões são tomadas hierarquicamente sem considerar a voz dos professores da educação básica.

No que diz respeito ao ensino de Biologia, a metodologia tradicional enfatiza conteúdos e tem por base a transmissão de informações acumuladas pela Ciência ao longo do tempo. Tal método não é capaz de promover uma formação crítica e autônoma que possibilite a mobilização de saberes para a tomada de decisões bem como para a resolução de problemas. Trata-se, portanto, de uma forma de ensino que reforça uma visão de Ciência como algo pronto e verdadeiro. Segundo Krasilchik (2000) o ensino de Ciências e Biologia é muito marcado por aulas expositivas configurando uma transmissão informativa que compromete a formação do aluno para o despertar científico.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio-PCNEM (BRASIL, 2000, p.6), o ensino, em quaisquer áreas do conhecimento, “deve

desenvolver conhecimentos práticos e contextualizados condizentes às necessidades da vida contemporânea bem como conhecimentos mais abstratos e amplos que correspondam a uma cultura geral. ” Ainda, deve haver mudanças das metodologias tradicionais de ensino de modo que o aprendizado não se resuma à exposição de alunos ao discurso professoral.

Nesse sentido, o ensino de Biologia por meio da leitura de textos de divulgação científica (TDC) utilizando como orientadores as questões sociocientíficas (QSC) relacionadas aos conteúdos científicos e tecnológicos, particularmente os de genética, podem promover a participação ativa do educando nas aulas.

As QSC abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet) (PÉREZ, 2012).

Para além disso, tal prática de ensino contribui para o surgimento de um espírito crítico, uma vez que a compreensão dos fundamentos da hereditariedade é essencial para que os alunos possam, por exemplo, conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes, (BRASIL, 2000).

Segundo Justina e Rippel (2003) a genética é fundamental para explicar diversos preceitos relacionados a outros ramos da Biologia, graças ao seu conhecimento podemos compreender fenômenos ligados à evolução biológica, entender diversos processos fisiológicos e os mecanismos de ação de algumas doenças, por exemplo.

Considerando que avanços científicos e tecnológicos relacionados às pesquisas com clonagem, organismos geneticamente modificados (OGM), projeto genoma humano (PGH) entre outros, são frequentemente veiculados pela mídia e que sua compreensão pelo público leigo é essencial para o processo de tomada de decisões, torna-se imprescindível que na educação formal básica sejam proporcionadas atividades que possibilitem a compreensão do essencial da atividade científica (GUERREIRO, 2000; JUSTINA; RIPPEL, 2003).

Concordamos com Menezes (2000) que é impossível dominar todo o conhecimento científico no âmbito de uma única especificidade e que na educação básica o ensino de Ciências deve proporcionar uma formação que abranja uma visão geral de mundo e um preparo científico-tecnológico básico. Corroborando com essa ideia Gil (2003, p.7) afirma que:

Tem-se cada vez mais a certeza que o conhecimento e a compreensão das bases essenciais da ciência e da tecnologia têm de construir um patrimônio

que conduza a humanidade em geral – e não apenas o cientista e o técnico – a uma informação generalizada naqueles domínios, bem como a um modo racional de pensar e atuar, o que é essencial para a efetiva concretização de uma autêntica democracia, realmente participada por todos os cidadãos.

Assim, identificar, interferir e compreender criticamente as possibilidades e os limites do saber científico em nossa história contribuem com a construção da cidadania (OLIVEIRA; FALTAY, 2011).

Sabendo que o pleno domínio da capacidade leitora, ou seja, que o domínio de competências ou habilidades de natureza cognitiva e linguístico-discursiva compreendendo aspectos perceptuais, práticos, cognitivos, afetivos, sociais, discursivos, linguísticos e também aspectos decorrentes da situação e das finalidades de leitura (ROJO, 2004), é condição essencial para o exercício da cidadania, a leitura de textos que utilizem diferentes tipos de linguagens deve constar de práticas de ensino nas diferentes áreas do conhecimento.

Segundo Soares (2010), a leitura funciona como um instrumento de acesso ao conhecimento, ao entretenimento e ao prazer. Portanto, trata-se de uma ferramenta que permite aprender a aprender, além de ser determinante no desenvolvimento cognitivo e da autonomia, na formação de juízo crítico, no acesso à informação, na expressão e no enriquecimento cultural.

De acordo com Ferreira e Dias (2004), a leitura de certos textos ou registros escritos (como por exemplo a Bíblia) pode estabelecer e orientar práticas ou comportamentos sociais por parte daqueles que os leem, corporificando-se e expressando-se em gestos e ações. O fenômeno da compreensão cria e recria realidades até então inexistentes: um novo texto, um novo mundo, um novo sujeito, muito mais crítico e humano.

No contexto da sala de aula, a leitura é um conjunto complexo de processos coordenados que ativa, também, um processo integrativo, a evocação da informação armazenada na memória de longo prazo (FIGUEIREDO, 2005). Assim, a leitura, literária ou não, motiva para outras leituras, forma uma estrutura cognitiva e flexível, muda maneiras de pensar, dá prazer, desenvolve as capacidades de comunicação e conduz à resolução de problemas (SOARES, 2010).

Diante da importância da leitura no mundo contemporâneo, cabe, mesmo que não exclusivamente, à escola básica a responsabilidade de praticá-la e de formar leitores, já que ao longo do percurso escolar dos alunos o desenvolvimento dessa competência é necessário. Assim, o papel de formar leitores não cabe somente ao professor de Língua Portuguesa, mas sim aos educadores das diversas disciplinas, ou seja, requer um trabalho de natureza

interdisciplinar uma vez que não se pode construir um posicionamento crítico a partir de uma única leitura (SOARES, 2010).

Dessa forma, a prática da leitura pode e deve ser realizada nas aulas de todas as áreas de estudo presentes na escola, sendo a leitura de TDC em aulas de Biologia uma forma motivadora tanto para a leitura quanto para a aquisição de saberes biológicos. Além disso, a linguagem científica no ensino básico das Ciências assume um significado especial no mundo da comunicação e sendo diferente da linguagem comum, há a necessidade de aprendê-la a falar e a escrever da mesma forma que se aprende uma língua estrangeira. Não resolver problemas relacionados com a sua compreensão durante a educação básica pode contribuir para a mutilação de competências e habilidades com o reflexo para o resto da vida do indivíduo (ALVES, 2005).

A motivação inicial desta pesquisa foi meu questionamento, como professora, a respeito da capacidade de meus alunos na compreensão de conteúdo quando liam TDC divulgação científica ou ouviam uma exposição durante as aulas de Biologia, considerando as explicações mais antigas sobre fenômenos naturais até os produtos gerados pela Ciência e Tecnologia e as implicações de seus usos nos dias atuais.

Segundo Pozo e Crespo (2009), espalha-se entre os professores de Ciências uma crescente sensação de frustração ao comprovar o limitado esforço de seus sucessos docentes. Aparentemente os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem, acarretando numa crise da Educação Científica.

Observando a dificuldade de compreensão de informações explícitas em um texto por parte dos discentes julguei necessário o uso de ferramentas que possibilitassem o desenvolvimento de capacidades leitoras e interpretativas durante as aulas de Biologia. Assim, os recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento desse trabalho foram os TDC devido ao seu grande potencial pedagógico.

Considerando a finalidade da Educação Básica como sendo o preparo dos alunos para o exercício consciente da cidadania, a discussão em sala de aula de assuntos controversos relacionados à Ciência e Tecnologia (C&T) utilizando-se TDC configura-se como uma ação educativa consistente com as exigências educacionais atuais uma vez que muitos alunos não aprendem e tampouco aplicam a Ciência que lhes é ensinada.

A fim de responder à questão “Qual é a contribuição do uso de textos de divulgação científica como material didático para a aprendizagem de temas ligados à Genética?”, foi elaborada, aplicada e avaliada uma sequência didática (SD) a partir de uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) de ensino.

Os objetivos da pesquisa consistiram em:

- a) elaborar, aplicar e avaliar uma SD com conteúdos teóricos de genética utilizando como recurso didático os TDC numa perspectiva CTS, uma vez que se trata de um mestrado profissional;
- b) identificar a abordagem CTS da SD;
- c) avaliar como a leitura de TDC contribuiu para o desenvolvimento da habilidade leitora;
- d) avaliar se o uso de TDC como recurso didático contribuiu para a consolidação da aprendizagem de conceitos de Genética.

A seguir, fazemos uma breve descrição da estruturação do trabalho:

No capítulo 1, iniciamos com a discussão da situação atual da Educação em Ciências no Brasil focando suas limitações e necessidades destacando a emergência de um ensino voltado para a alfabetização científica dos estudantes (item 1.1 A Alfabetização Científica). No item 1.2, tratamos da importância dos currículos CTS no ensino de Ciências, dos objetivos CTS e das dificuldades de implementação dos programas CTS; reconhecemos a DC como determinante na promoção da alfabetização científica, e portanto dos currículos CTS uma vez que é fundamental para obtenção de informações que subsidiem o debate e o processo de tomada de decisões; evidenciamos a função da discussão de controvérsias sociocientíficas nesses programas, e finalizamos com as diferentes abordagens CTS e quais categorizações foram adotadas nesse trabalho. No item 1.3 traçamos um panorama do ensino de Genética na Educação Básica evidenciando a necessidade da abordagem das questões controversas dessa área no ensino. No item 1.4, que finaliza o capítulo, mostramos alguns argumentos a favor da leitura em sala de aula, em especial de TDC em aulas de Ciências.

O capítulo 2 (Metodologia de Pesquisa) foi subdividido em: método qualitativo de pesquisa de intervenção; caracterização do contexto escolar e dos participantes da pesquisa; aplicação da sequência didática e procedimentos de análise de dados.

Os resultados são apresentados a partir dos objetivos de pesquisa, no capítulo 3, este está subdividido nos itens: sequência didática, a abordagem CTS do estudo, desenvolvimento da habilidade leitora e consolidação da aprendizagem de conceitos de genética. As Considerações Finais encerram o trabalho.

## CAPÍTULO 1 - A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA SOCIEDADE ATUAL

### 1.1 A Alfabetização Científica

Vivemos cercados por produtos da ciência e da tecnologia, e os meios de comunicação nos bombardeiam diariamente com notícias que fazem referência ao conhecimento científico. Sendo assim, há pelo menos três razões para o ensino de Ciências na Educação Básica: o direito das crianças de aprenderem Ciências e participarem de debates que envolvam conceitos científicos; o dever social da escola de distribuir conhecimentos à população e o valor social do conhecimento científico (SILVA; GASTAL, 2011).

O ensino de Ciências na educação básica é um importante elemento formador de cidadania uma vez que a história tem mostrado a importância política e social do conhecimento científico, pois quem detém o conhecimento detém o poder (PAVÃO, 2011).

Como os resultados do conhecimento científico e tecnológico permeiam a vida cotidiana, o desafio de incorporar conhecimentos contemporâneos em C&T ao ensino de ciências vem sendo contínua e sistematicamente exposto nos últimos 20 anos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Embora nas últimas décadas do século XX tenha-se ampliado e difundido uma nova compreensão sobre a natureza humana, sobre o sentido do conhecimento e do aprendizado, muito do que se aprendeu nesse sentido ainda não foi incorporado à educação de nossos tempos. E as ciências naturais continuam sendo lecionadas no cenário do ensino tradicional (MENEZES, 2000).

No entanto, problemas sociais, econômicos, tecnológicos e ambientais já estão sendo trazidos para os currículos escolares, não só de ciências naturais; as ciências já começam a ser vistas como instrumentos de crítica no combate ao charlatanismo e há a percepção de que, ao se ensinar Ciências, ensina-se também linguagens (MENEZES, 2000).

Segundo Cajás (2001), nos últimos trinta anos a transposição didática<sup>1</sup> do conhecimento científico ao conhecimento escolar tem mudado drasticamente devido à emergência da pesquisa da didática no ensino de Ciências, que agora direciona a seleção e a adaptação de conhecimentos científicos aos sistemas educativos. A série de reformas no ensino de Ciências que ocorreu nos anos oitenta e noventa em diferentes partes do mundo ilustram este

---

<sup>1</sup> A ideia central de transposição didática é entendida como a transformação de saberes científicos em saberes escolares com base nas investigações em didática de Ciências, ou seja, trata-se da incorporação de saberes científicos aos sistemas educativos (CAJAS, 2001).

fenômeno. Com as reformas surgiu uma nova definição do discurso científico escolar, conhecido como alfabetização científica ou letramento científico.

O letramento científico é definido pelo Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA), de acordo com a Organization for Economic Co-operation and Development (2016), como a capacidade de se envolver com as questões relacionadas à ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências para:

- a) explicar fenômenos cientificamente: reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos;
- b) avaliar e planejar investigações científicas: descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;
- c) interpretar dados e evidências cientificamente: analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas.

Para a National Science Teachers Association (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 2016) uma pessoa está cientificamente alfabetizada quando:

- a) usa conceitos de ciência e de tecnologia bem como faz reflexões informada por valores éticos na resolução de problemas cotidianos e na tomada de decisões responsáveis no dia-a-dia, incluindo o trabalho e o lazer;
- b) participa de forma pessoal e responsável em ações cívicas depois de pesar as possíveis conseqüências de opções alternativas;
- c) defende decisões e ações usando argumentos racionais baseados em evidências;
- d) engage-se em ciência e tecnologia pelo incitamento e explicações que eles fornecem;
- e) mostra curiosidade e apreciação do mundo natural e humano;
- f) aplica ceticismo, métodos cuidadosos, raciocínio lógico e criatividade na investigação da unidade observável;
- g) valoriza a pesquisa científica e resolução de problemas tecnológicos;
- h) localiza, coleta, analisa e avalia fontes de informação científica e tecnológica e usa essas fontes na resolução de problemas, tomada de decisões e decisões;
- i) distingue entre evidência científica e tecnológica e opinião pessoal e entre informações confiáveis e não confiáveis;

- j) permanece aberta a novas evidências e à tentativas de conhecimento científico / tecnológico;
- k) reconhece que ciência e tecnologia são empreendimentos humanos;
- l) pesa os benefícios e os encargos do desenvolvimento científico e tecnológico;
- m) reconhece os pontos fortes e as limitações da ciência e da tecnologia para promover o bem-estar humano;
- n) analisa as interações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- o) conecta ciência e tecnologia a outros empreendimentos humanos, por exemplo, história, matemática, artes e humanidades;
- p) considera os aspectos políticos, econômicos, morais e éticos da ciência e da tecnologia em relação a questões pessoais e globais; e
- q) oferece explicações de fenômenos naturais que podem ser testados quanto à sua validade.

Enfim, uma pessoa cientificamente alfabetizada tem o conhecimento das principais concepções e ideias que formam a base do pensamento científico e tecnológico, de como tal conhecimento é obtido e justificado por evidências ou explicações teóricas e é capaz de aplicar tais conhecimentos em problemas do cotidiano e no processo de tomada de decisões.

Nesse contexto de alfabetização científica, de acordo com Cajas (2001), os critérios de transposição didática deixaram de ser critérios pessoais de autores de livros didáticos e passaram a contar com uma série de elementos que tentam promover um discurso escolar mais coerente e relevante para a vida cotidiana, dos quais destacam-se:

- a) democratizar a Ciência;
- b) reduzir a quantidade de conteúdos (menos é melhor);
- c) aumentar a coerência do que se ensina (mais conexões entre, ciências, matemática e tecnologia);
- d) aumentar a relevância da ciência, da matemática e da tecnologia aprendida para a vida cotidiana.

Para Cachapuz et al. (2011) as propostas atuais favoráveis a uma alfabetização científica para todos os cidadãos vão além da importância tradicional concedida à educação científica e tecnológica para tornar possível o desenvolvimento futuro. Essa educação é considerada urgente pois é essencial para o desenvolvimento das pessoas e dos povos também a curto prazo.

Ainda segundo Cachapuz et al. (2011), numerosas investigações colocam um acento na necessidade de uma formação científica que permita aos cidadãos participar na

tomada de decisões em assuntos que se relacionam com a C&T. Tal participação é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio de precaução<sup>2</sup>, que se apoia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento científico-tecnológico que pode comportar riscos para as pessoas ou para o meio ambiente. Em suas palavras, Cachapuz et al. (2011, p.11):

Tal participação, temos que insistir, reclama um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e das opções – que se podem e devem expressar com uma linguagem acessível – e não há de ver-se afastada como argumento de que problemas como a mudança climática ou a manipulação genética sejam de uma grande complexidade.

Como a ciência é uma prática social, ela não pode ser vista como independente ou desvinculada do sujeito e das ideologias que o constituem. Da mesma forma, ela não surge do acaso, sendo fruto de um processo cultural e histórico, estes fatores têm reflexo na constituição e estruturação do discurso da Ciência, seja ele nos processos de disseminação do conhecimento da Ciência na academia ou nos processos de popularização da Ciência e da divulgação científica (CUNHA; GIORDAN, 2009).

A tarefa de divulgar a Ciência ao grande público não é uma tarefa fácil, uma vez que não se trata apenas de falar de forma simples sobre conceitos abstratos (PAVÃO, 2011).

No que diz respeito à comunicação científica à população em geral no Brasil ainda há uma tendência à mitificação da Ciência, e para Pereira (2003, p.29):

A comunicação pública da ciência no Brasil trava confronto diário entre dois estilos de abordagem da informação. Um, mostra as maravilhas tecnológicas e as grandes descobertas contemporâneas, enfatizando a capacidade do homem em superar-se diante da velocidade dos acontecimentos. Tem como principal característica alimentar-se da avalanche regular de informações enviadas por agências internacionais. Outro, mais crítico, procura distinguir os fatos extraordinários, que se registram raramente, dos pequenos avanços que ocorrem continuamente. Divulgar C&T com a atitude de quem é porta voz do novo, do sensacional, é prática ainda bastante utilizada na mídia brasileira. O fascínio pelas manchetes espetaculares provoca uma sensível descontinuidade no processo de aprendizagem e conhecimento da maioria da população.

---

<sup>2</sup> O princípio da precaução foi formulado pelos gregos e significa ter cuidado e estar ciente, relaciona-se com a associação respeitosa e funcional do homem com a natureza, tratando das ações antecipatórias para proteger a saúde das pessoas e dos ecossistemas; é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados (BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Em relação às notícias da TV, principal meio de obtenção de informações sobre C&T do brasileiro, Souza (2003) afirma que fatos científicos e tecnológicos são pouco atraentes sob o ponto de vista da mídia televisiva devido à sua natureza densa e técnica.

Assim, diante da necessidade de apropriação dos conteúdos científicos e tecnológicos pela população brasileira, que se mantém cientificamente ignorante apesar da enorme quantidade de informações sobre C&T veiculadas nas mídias nacionais e internacionais, a introdução de temas que relacionem CTS na educação básica torna-se cada vez mais urgente. Nesse sentido, o papel de nós professores é essencial, pois somos promotores do saber científico e devemos, portanto, estar preparados para divulgá-lo em diferentes contextos da prática educativa, possibilitando uma leitura crítica do mesmo.

## 1.2 Currículos CTS (Ciência, Tecnologia E Sociedade), Divulgação Científica e Questões Sociocientíficas

Nas décadas de 1960 e 1970 a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à degradação ambiental, à bomba atômica e a outras armas de guerra fez com que a visão sobre C&T se tornassem alvo de um olhar mais crítico passando a ser objeto de debate político em países da Europa e nos EUA (AULER; BAZZO, 2001). Neste contexto emergiu o movimento CTS em contraposição ao pressuposto cientificista que valorizava a ciência por si mesma depositando uma crença cega em seus resultados positivos (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Nestes países, a mudança cultural em curso teve desdobramentos nos ensinos superior e secundário que sofreram um processo de reforma curricular (AULER; BAZZO, 2001).

Segundo Aikenhead (2003) no final dos anos 70 e início dos anos 80 o termo ciência-tecnologia-sociedade estava presente em diferentes locais e ao mesmo tempo formava-se um consenso entre os educadores de ciências sobre a necessidade de inovação na educação científica.

Para o autor, nessa época surgiram várias propostas para o ensino de Ciências estimuladas por fatores como: uma reavaliação da cultura ocidental e o subsequente papel da ciência escolar em sua transformação; uma emergente necessidade de uma política educacional para a ação; uma demanda pela interdisciplinaridade na educação científica organizada ao redor de problemas amplos e uma nova forma de demanda de preparação profissional e tecnocrática.

Segundo Farias e Carvalho (2003) importantes trabalhos publicados sem o rótulo CTS representaram significativas contribuições no assunto, destacando o texto “As ciências no Brasil”, de Fernando de Azevedo (1955), o texto de Vânia Maria de Sant’Anna, “Ciência e Sociedade no Brasil”, de 1978, e o texto de Ferri e Motoyama sobre a História das ciências no Brasil, de 1979.

Embora proposições de inclusão de tópicos relativos à CTS no currículo de ensino de ciências tenham ocorrido desde a década de 1970 com a maior preocupação com problemas ambientais, proposições com ênfase em CTS propriamente dito surgiram apenas na década de 1990, com o desenvolvimento de dissertações de mestrado e doutorado e a publicação de artigos e livros sobre o assunto (SANTOS, W., 2007).

Segundo Santos e Mortimer (2001), o principal objetivo dos currículos CTS é o letramento científico e tecnológico para que os alunos possam atuar como cidadãos agindo com responsabilidade social. Para Aikenhead (1994), segundo a perspectiva CTS, o ensino de Ciências é voltado para o aluno, cujo papel é o de procurar, selecionar, discutir e utilizar informações sobre temas científicos e tecnológicos que tenham implicações sociais.

A concepção CTS de ensino de Ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e teorias relacionadas a conteúdos tradicionais, procura estabelecer inter-relações entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. Um objetivo central CTS é o desenvolvimento de uma cidadania responsável, que permita lidar com problemas que têm dimensões científicas e tecnológicas num contexto que se estende para além do laboratório e das fronteiras das disciplinas (SANTOS, W., 2001).

De acordo com a NSTA (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 1990) os programas CTS possuem algumas das seguintes características:

- a) identificação de problemas de interesse e impacto locais pelos estudantes;
- b) uso de recursos locais (material e humano) para obtenção de informações que podem ser utilizadas na resolução de problemas;
- c) envolvimento ativo dos estudantes na busca de informações que podem ser aplicadas na resolução de problemas da vida real;
- d) extensão da aprendizagem para além do período escolar, da sala de aula ou da escola;
- e) foco sobre a implicação da ciência e da tecnologia na vida de cada um; a visão de que o conhecimento da Ciência é mais do que o domínio de conceitos exigidos em testes;

- f) ênfase no desenvolvimento de habilidades que permitam aos estudantes resolver problemas particulares;
- g) ênfase sobre a carreira profissional- especialmente as relacionadas com ciência e tecnologia;
- h) oportunizam aos estudantes uma experiência como cidadão ao participar da resolução dos problemas por eles identificados;
- i) reconhecem que os produtos da ciência e a tecnologia podem causar impactos no futuro;
- j) permite alguma autonomia no processo de aprendizagem (como a identificação de problemas individuais).

Considerando que para a ocorrência de ações cidadãs conscientes em uma sociedade democrática é preciso que os sujeitos tenham desenvolvido a capacidade de julgar e tomar decisões diante de QSC e que os valores pessoais são determinantes nesse processo necessitamos de uma educação para uma ação social responsável.

Canivez<sup>3</sup> apud Santos e Mortimer (2001, p.101) afirma que a faculdade de julgar relaciona-se a dois tipos de juízos, o crítico e o político. No primeiro, os critérios já estão estabelecidos e para a sua realização só é necessário o conhecimento das leis e dos princípios éticos universais. No segundo, os critérios não se limitam aos estabelecidos universalmente, há a necessidade de tomada de decisões para a resolução de problemas e isso implica na capacidade de avaliar diferentes opiniões e de saber negociar a solução de interesse comum.

Nesse sentido, os currículos CTS, estando comprometidos com uma educação de valores éticos para o compromisso com a sociedade, possibilitam a inclusão dos cidadãos em debates que lidem com temas específicos da ciência e da tecnologia, com potencial impacto em suas vidas e trabalho.

A LDB (1996) traz em seus textos componentes dos currículos CTS, uma vez que entre as finalidades do ensino médio estão o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos (LDB, 1996, art.35).

Já os PCNEM (2000, p.14) consideram que o aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas

---

<sup>3</sup> CANIVEZ, P. *Educar o cidadão?* Campinas: Papirus, 1991.

para tudo, podendo ser questionada e transformada e que o conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias.

Embora discussões sobre a mudança dos currículos tradicionais de ciências para currículos CTS estejam presentes no campo educacional brasileiro desde a década de 90, sua implementação na educação básica e até mesmo nos cursos superiores ainda é pouco expressiva após quase 30 anos.

Esse fato pode ser atribuído à origem da C&T no Brasil, onde prevaleceu a compra de tecnologia importada e a subvalorização do desenvolvimento científico nacional, predominando assim uma cultura de passividade, onde a superioridade da C&T internacionais era propagada.

Ou ainda à formação inadequada ou insuficiente dos professores de Ciências. Regina (2016) ao analisar a visão de professores de Ciências da Natureza atuantes em escolas públicas da região norte do Estado do Paraná sobre a abordagem CTS e suas aplicações em sala de aula verificou que a maioria dos professores entrevistados não conhecia essa abordagem, não as incorporava em suas práticas e que a pequena parcela que afirmou conhecê-la apresentava concepções equivocadas acerca da mesma.

A alteração do currículo tradicional de Ciências para um currículo CTS é uma tarefa complexa que, de acordo com Aikenhead (2002), necessita de quatro produtos: (1) uma política de currículo onde prevaleça o processo deliberativo; (2) materiais didáticos CTS; (3) entendimento do professor; e (4) aprendizagem do aluno.

Considerando tais necessidades, a dificuldade da implementação de currículos CTS na escola básica brasileira pode ser também devido à pouca ou nenhuma participação de seus professores na formulação dos mesmos. As políticas públicas educacionais desconsideram que a negociação da formulação e da implementação do currículo com o professor é indiscutivelmente crucial para a efetivação das transformações pretendidas. Tal engano se repete ao longo das reformas educacionais brasileiras.

O ensino de ciências deve ser contextualizado sócio culturalmente, permitindo aos alunos a compreensão do processo de produção do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações sociais pois a escola de ensino médio pode ser considerada como uma oportunidade única de orientação para a vida comunitária e política, econômica e financeira, cultural e desportiva de jovens de famílias marginalizadas economicamente (BRASIL, 2006, p. 12).

Nesse contexto, o papel da DC é determinante na promoção da democratização da sociedade, sendo fundamental para obtenção de informações que subsidiem o debate e o processo de tomada de decisões fundamentais para o futuro de cada cidadão. No que diz respeito ao ensino de Ciências pode promover esclarecimentos e discussões a fim do desenvolvimento de habilidades argumentativas.

A partir de um ensino que preze uma visão global da C&T (a mesma ciência que produz vacinas e medicamentos também polui o meio ambiente com resíduos tóxicos e produz armas de destruição em massa) destacando suas controvérsias por meio de questões QSC será possível a formação de sujeitos capazes de se posicionar perante questões éticas sobre CTS.

As QSC dizem respeito a assuntos divulgados pela mídia envolvendo C&T, polêmicos ou consensuais, que tenham impactos sociais e/ou ambientais negativos de alcance local, regional, nacional ou mundial; eles induzem à busca de informações, o que requer um posicionamento crítico em relação às informações levantadas (SANTOS; ARENGHI, 2015). Por suas características, tais questões representam um ótimo material pedagógico que pode ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento.

A preparação dos alunos para a ação social, ou seja, o desenvolvimento e a concretização de planos de ação relativos a QSC, é apontada como o objetivo mais importante da educação em Ciências pelos currículos CTS (GALVAO; REIS, 2008).

Segundo Reis (2004) as controvérsias científicas podem ser suscitadas por implicações sociais, morais ou religiosas duma teoria ou de uma prática científica; por tensões sociais entre direitos individuais e objetivos sociais, prioridades políticas e valores ambientais, interesses econômicos e preocupações com a saúde resultantes de aplicações tecnológicas; pelo investimento de recursos públicos em grandes projetos científicos e tecnológicos em detrimento de projetos sociais.

Santos e Arenghi (2015) consideram que a compreensão da Natureza da Ciência e da DC são fundamentais para o aprofundamento de questões controversas sobre C&T. Assumindo que a DC apresenta uma linguagem acessível possibilitando a comunicação científica e tecnológica ao público leigo, estando presente em textos de jornais e revistas, noticiários e programas de TV, folhetos instrucionais, entre outros, o uso de materiais de DC no ensino formal de Ciências tem especial relevância.

Dentre os objetivos que orientam a DC destacam-se: (1) educacional, visa ampliação do conhecimento e da compreensão do público leigo a respeito do processo científico e sua lógica; (2) cívico, está voltado para o desenvolvimento de uma opinião pública informada sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade,

particularmente em áreas críticas do processo de tomada de decisões; (3) mobilização popular, intenciona a ampliação da possibilidade e da qualidade de participação da sociedade na formulação de políticas públicas e na escolha de opções tecnológicas (ALBAGLI, 1996).

Como a DC tem ganhado espaço na mídia nos últimos anos, a apropriação das informações por ela veiculadas depende de uma educação voltada à alfabetização científica, objetivo principal dos currículos CTS.

Diante da enorme diversidade de abordagens dos trabalhos CTS na educação, diferentes formas de identificá-las e classificá-las foram elaboradas. Aikenhead (1994; 2003), propôs um esquema para representar o espectro de significados encontrados nos cursos e programas CTS, tal espectro expressa a importância relativa concedida ao conteúdo CTS de acordo com dois fatores: (1) a estrutura do conteúdo (a proporção de conteúdo CTS versus o conteúdo da Ciência tradicional e a forma em que ambos estão integrados); e (2) a avaliação do estudante (a ênfase relativa ao conteúdo CTS versus o conteúdo da Ciência tradicional).

O autor propôs oito categorias ao longo desse espectro (Quadro 1). A categoria 1 representa a mais baixa prioridade de conteúdo CTS, enquanto a categoria 8 representa a mais alta prioridade.

**Quadro 01** - Categorias dos conteúdos CTS segundo Aikenhead.

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS
1. Conteúdo CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências com menção ao conteúdo CTS a fim de tornar as aulas mais interessantes. Os alunos não são avaliados no conteúdo CTS.
2. Incorporação eventual do conteúdo CTS	Ensino tradicional de ciências com pequenos estudos de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo CTS não é resultado do uso de temas unificadores. Os alunos são avaliados nos conteúdos de ciência pura e superficialmente nos conteúdos CTS.
3. Incorporação sistemática do conteúdo CTS	Aulas de ciência tradicional com uma série de pequenas citações de conteúdo CTS integrados em tópicos de ciência de forma a explorar tais conteúdos sistematicamente. Os alunos também são avaliados na compreensão do conteúdo CTS.
4. Uma única disciplina por meio de conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são utilizados como organizadores dos conteúdos de ciências e suas sequências. Os conteúdos de ciências são escolhidos a partir de uma única disciplina. Os alunos também são avaliados em relação à compreensão dos conteúdos CTS.
5. Ciência por meio do conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são utilizados como organizadores dos conteúdos de ciências e suas sequências. Os conteúdos de ciências são multidisciplinares e orientados pelo conteúdo CTS. Os alunos também são avaliados em relação à compreensão dos conteúdos CTS.
6. Ciências associadas ao conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são o foco do ensino. Os alunos são avaliados equitativamente nos conteúdos tradicionais de ciências e de CTS.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são o foco do ensino. Os alunos são avaliados principalmente nos conteúdos CTS e parcialmente nos de ciência.
8. Conteúdo CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou assunto social importante. Os conteúdos de ciência são mencionados, mas unicamente como uma ligação à ciência. Os alunos não são avaliados de forma apreciável em relação ao conteúdo da ciência tradicional.

Fonte: Aikenhead, 1994, p.55.

Nas categorias de 1 a 3 o ensino tradicional de ciências é predominante havendo algum conteúdo CTS e a avaliação dos estudantes é feita principalmente em relação aos conteúdos de ciências. A partir da categoria 4, os conteúdos CTS passam a ser utilizados como organizadores dos conteúdos de ciências passando a ser o foco do ensino desde a categoria 6. A abordagem multidisciplinar ou interdisciplinar surge apenas na categoria 5. A medida que os conteúdos CTS são incorporados aos programas a avaliação em conteúdos CTS passa a ter maior ênfase até ser a principal forma de avaliação, deixando os conteúdos de ciências num segundo plano (categoria 8).

Segundo Aikenhead (2003) ocorre uma grande mudança na estrutura do conteúdo entre as categorias 3 e 4, na categoria 3 a estrutura do conteúdo está definido pela disciplina, já na categoria 4 a estrutura do conteúdo é definida pelo próprio assunto tecnológico e social.

O pesquisador inglês John Ziman<sup>4</sup>, citado por Miranda (2008, p.29), detectou na literatura sete tipos principais de abordagens em educação CTS: pela relevância, vocacional, transdisciplinar, histórica, filosófica, sociológica e problemática. Durante o estudo, elencamos uma oitava abordagem, a interdisciplinar. Tais categorias encontram-se descritas no Quadro 02.

**Quadro 02** - Categorias dos conteúdos CTS segundo John Ziman, modificadas.

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS
1. Abordagem pela Relevância	Está centrada nas conquistas tecnológicas bem-sucedidas e não se aprofundam nos impactos sociais destas, dão relevância à aplicação da Ciência na vida cotidiana.
2. Abordagem Vocacional	Ressalta uma visão estreita das profissões científico-tecnológicas enfatizando somente aspectos positivos dessas profissões.
3. Abordagem Transdisciplinar	Consiste na apresentação da Ciência de forma não fragmentada, valoriza as Ciências naturais e as tecnologias delas decorrentes.
4. Abordagem Histórica	A C&T são apresentadas num contexto de mudança histórico-social evidenciando as qualidades sociais das descobertas científicas e inovações tecnológicas.
5. Abordagem Filosófica	Traz a discussão sobre a natureza do conhecimento científico, no entanto, não levam às reflexões sobre os aspectos tecnológicos e sociais da Ciência.
6. Abordagem Sociológica	Apresenta a C&T a partir de instituições sociais (universidades, laboratórios, indústrias, multinacionais)
7. Abordagem Problemática	Traz a discussão de grandes questões sociais da atualidade com base científica como destruição ambiental, superpopulação, doenças endêmicas, pobreza e guerra.
8. Abordagem Interdisciplinar	Traz a problemática da C&T a partir de diferentes áreas do conhecimento.

Fonte: Miranda, 2008, p. 29. Modificação de autoria própria.

<sup>4</sup> ZIMAN, J. *The rationale of STS Education is in the Approach*. In: Aikenhead, G.; SOLOMON, J. (ED.) *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 21-31, 1994.

Santos, M. (2001) considera que o ensino de ciências por meio de uma perspectiva CTS pode se iniciar com estratégias que levem quaisquer uma das seguintes abordagens:

- a) **CTS**: a ciência é a primeira referência para a renovação dos conteúdos científicos que já estão no currículo. Nessa abordagem, o currículo continua a reafirmar a importância dos conhecimentos científicos, mas acrescenta a eles materiais que evidenciem a relevância da Ciência para a tecnologia, para a sociedade e para os indivíduos. Ao invés de valorizar os conhecimentos científicos tradicionais, ganha espaço questões atuais.
- b) **CTS**: nessa abordagem a tecnologia recebe destaque sendo entendida como um motor da Ciência, busca-se um contato dinâmico entre C&T e um melhor entendimento da utilização de produtos tecnológicos no dia-a-dia.
- c) **CTS**: nessa abordagem os alunos aprendem ciências por meio da análise e discussão de questões sociais, culturais e de valores.

Enfim, os cursos CTS de ciências diferem grandemente de país para país, no entanto, segundo Aikenhead (2002), após um exame mais preciso, tal variação reflete apenas diferenças no equilíbrio de objetivos similares, ou seja, esses cursos têm objetivos semelhantes mas dão diferentes prioridades para cada objetivo em particular.

Neste trabalho adotamos as categorias propostas por Aikenhead (Quadro 01) para localizar os conteúdos CTS presentes na SD utilizada como mecanismo de intervenção pedagógica. Os TDC selecionados para integrarem a SD foram incluídos dentro das categorias propostas por Ziman (Quadro 02) modificadas, de acordo com a abordagem predominante em cada um. As abordagens propostas por Santos, M. (2001) foram consideradas na classificação geral da intervenção.

### 1.3 O ensino de Genética na Educação Básica

A escola é o principal cenário onde os alunos podem ter acesso à aprendizagem estruturada dos conceitos científicos, com vista à construção de um conhecimento sólido e produtivo (CID; NETO, 2005). No entanto, a crise na Educação Científica faz com que os estudantes não aprendam a Ciência que lhes é ensinada (POZO; CRESPO, 2009). O ensino de Ciências ainda é, muitas vezes, considerado abstrato, sem conexão com os fatos da realidade e

distanciado do contexto no qual os alunos estão inseridos, principalmente quando os tópicos abordados são da área de Genética, verificando-se que estes tópicos são considerados de difícil entendimento gerando uma alienação por grande parte dos estudantes (MOURA et al., 2013).

Atualmente, sabe-se, que o conhecimento de genética pelo público leigo é muito rudimentar, mesmo considerando estudantes de diferentes graus de escolaridade, inclusive universitária (JUSTINA; RIPPEL, 2003). Dificuldades de compreensão de conceitos na área da Genética estão destacados em uma grande diversidade de pesquisas em Ensino de Ciências destacando-se: a compreensão da relação gene/cromossomos; as finalidades dos processos de divisão celular; a relação entre célula, cromossomos e informações hereditárias; a associação entre DNA, cromatina, cromossomos, gene e alelo bem como a relação entre DNA e hereditariedade; as leis de Mendel; transgênicos e clonagem (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017; CID; NETO, 2005; GIACÓIA, 2005; GIACÓIA; CALDEIRA, 2014; GOULART; FARIA, 2014; JUSTINA; RIPPEL, 2003; MOURA et al., 2013; MIRANDA et al., 2014; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014).

Num contexto geral, considerando não apenas os conteúdos de genética, os alunos não encontram dificuldades apenas conceituais, também enfrentam problemas no uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas próprios do conhecimento científico (POZO; CRESPO, 2009, p.16):

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo, portanto, não conseguem as explicar nem as aplicar em novas situações. Esse é um déficit muito comum. Mesmo quando os professores acreditam que seus alunos aprenderam algo – e de fato comprovam esse aprendizado por meio de uma avaliação -, o que foi aprendido se dilui ou se torna difuso rapidamente quando se trata de aplicar esse conhecimento a um problema de situação nova, ou assim que se pede ao aluno uma explicação sobre o que ele está fazendo.

Os resultados do trabalho de Cid e Neto (2005) a respeito das dificuldades de aprendizagem e conhecimento do conteúdo em Genética corroboram com o exposto por Pozo e Crespo (2009). De acordo com os primeiros:

No que diz respeito ao caso especial da hereditariedade ... O que nesse tema suscitou maiores dificuldades de compreensão e realização aos alunos foi, sem dúvida, os problemas de genética. Alguns afirmaram ter sentido bastantes dificuldades, sobretudo na fase inicial, para entenderem o mecanismo de funcionamento e o processo de resolução; ultrapassada essa fase, e seguindo os seus testemunhos, alguns deles terão, contudo, conseguido superar tais

dificuldades. Essa evidência parece pressupor que uma vez encontrado o mecanismo de resolução, os alunos funcionavam de forma repetitiva e aplicavam o algoritmo de forma mecânica.

De fato, quando no âmbito do mesmo estudo, e durante as entrevistas, os alunos foram solicitados a resolver um problema de genética em concreto, e apesar de a maioria ter sido capaz de apresentar a resposta final, nenhum conseguiu explicar completamente a estratégia de resolução em função dos conceitos e processos envolvidos (CID; NETO, 2005, p.3-4).

As dificuldades dos alunos com a linguagem genética são recorrentemente atribuídas ao fato de a genética ser uma área caracterizada por um vasto e complexo vocabulário, em que os alunos mostram muitas vezes problemas em compreender e diferenciar os conceitos envolvidos. Além disso, as próprias expressões matemáticas usadas neste contexto são, muitas vezes, alvo de confusões entre os alunos (CID; NETO, 2005).

Uma vez que os conceitos genéticos são de difícil assimilação, são necessárias práticas que auxiliem seu entendimento. Segundo Krasilchick (2004), a formação exclusivamente teórica, e com pouca qualidade de informação, resulta na dificuldade em estabelecer relações entre o cotidiano e o conhecimento adquirido na escola.

A má formação de professores e o seu despreparo para abordar conteúdos de Genética são apontados como um dos principais fatores para a má formação científica dos alunos nessa área, aos livros didáticos também tem sido atribuído uma parcela dessa culpa, pois se encontram defasados ou descontextualizados, o que dificulta o entendimento dos alunos. Além disso, a falta de base dos alunos é um grande empecilho na aprendizagem em genética, uma vez que seus conteúdos não fazem parte de seu cotidiano, assim, não veem sentido no que estão estudando e não conseguem aplicar os conhecimentos adquiridos com o ensino da genética em sua vida (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017).

Concordamos com esses autores que a falta de conhecimentos prévios em genética dificulta sua aprendizagem, no entanto, entendemos que apesar de seus conteúdos fazerem parte do cotidiano do aluno (uma vez que são amplamente divulgados pela mídia), ele não consegue associar a genética da sala de aula à genética dos noticiários, o que causa um desinteresse pelos conteúdos escolares.

Uma das estratégias para facilitar a aprendizagem de genética é fomentar a leitura de livros e artigos de DC em contraste com a atual oferta de textos de livros didáticos (MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004). Cid e Neto (2005) dão algumas orientações para o ensino e a aprendizagem da Genética escolar:

- a) diagnosticar as ideias prévias dos alunos e utilizar esquemas para a resolução dos problemas que explicitem os mecanismos de resolução e a sua relação com os conceitos;
- b) apresentar os princípios e conceitos da genética explicitando as relações entre eles, por exemplo – célula, núcleo, cromossomo, DNA, gene;
- c) abordar os conceitos do simples para o complexo: à medida que os alunos vão dominando os conteúdos, a sua formulação deve tornar-se mais complexa, apresentando problemas divergentes, propiciando a formulação de hipóteses alternativas;
- d) iniciar os problemas com situações simples e de interesse para os alunos;
- e) utilizar os problemas não apenas no final das aulas, mas também como incentivo à motivação e para os alunos explicitarem ideias sobre os conceitos ou para reestruturarem os seus conhecimentos;
- f) discutir os critérios usados pelos alunos nos problemas, pondo ênfase no processo e suas dificuldades.

A legislação brasileira em relação a conhecimentos biológicos relacionados a citologia e genética diz que esses deverão “instrumentalizar o aluno para que, diante de uma situação real, seja capaz de se posicionar utilizando argumentos de maneira fundamentada” (BRASIL, 2002, p.35). Nos PCN (BRASIL, 2000, p.19), conceitos e habilidades relacionadas “à descrição do material genético em sua estrutura e composição, à síntese proteica, aos mecanismos de divisão celular são considerados essenciais para a compreensão de como a hereditariedade acontece”, sendo necessário a seleção de conteúdos e o uso de metodologias coerentes com as intenções educativas.

O currículo de Biologia do Estado de São Paulo (SEE-SP, 2011, p.70) considera que o domínio de conhecimentos biológicos permite a participação em debates contemporâneos - como o das manipulações gênicas - e a melhor compreensão de problemas da atualidade - como as doenças endêmicas e epidêmicas e as ameaças de alterações climáticas. Ao longo das três séries propõe que sejam tratados os seguintes conceitos fundamentais: unidade e diversidade da vida; interação dos seres vivos com o meio ambiente; complementaridade entre estrutura e função; continuidade da vida e mudanças ao longo do tempo (p.72). Os conteúdos de genética (Quadro 03) estão presentes no 2º bimestre do 2º ano do ensino médio.

**Quadro 03-** Conteúdos e habilidades a serem desenvolvidos no 2º bimestre do 2º EM de acordo com o currículo de Biologia do Estado de São Paulo.

TEMA: TRANSMISSÃO DA VIDA E MECANISMOS DE VARIABILIDADE GENÉTICA – VARIABILIDADE GENÉTICA E HEREDITARIEDADE.	
CONTEÚDO	HABILIDADE
Mecanismos de variabilidade genética •Reprodução sexuada e processo meiótico  Os fundamentos da hereditariedade •Características hereditárias congênicas e adquiridas; •Concepções pré-mendelianas e as leis de Mendel; •Teoria cromossômica da herança; •Determinação do sexo e herança ligada ao sexo; •Cariótipo normal e alterações cromossômicas, como Down, Turner e Klinefelter Genética humana e saúde; •Grupos sanguíneos (ABO e Rh) – transfusões e incompatibilidade; •Distúrbios metabólicos – albinismo e fenilcetonúria; •Tecnologias na prevenção de doenças metabólicas; •Transplantes e doenças autoimunes; •Importância e acesso ao aconselhamento genético.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar e diferenciar características genéticas, hereditárias, congênicas e adquiridas;</li> <li>•Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas;</li> <li>•Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos;</li> <li>•Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel;</li> <li>•Interpretar dados apresentados em esquemas, tabelas e gráficos a partir de conhecimentos sistematizados sobre transmissão das características hereditárias;</li> <li>•Prever os resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel;</li> <li>•Conceituar gene, alelo, homocigoto, heterocigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo;</li> <li>•Identificar e caracterizar os principais eventos que ocorrem na meiose;</li> <li>•Identificar e caracterizar o paralelismo entre o comportamento dos cromossomos na meiose e o dos genes na formação dos gametas;</li> <li>•Construir e analisar heredogramas;</li> <li>•Identificar e caracterizar os mecanismos básicos envolvidos na determinação do sexo dos organismos em geral;</li> <li>•Identificar e caracterizar o mecanismo de transmissão das características ligadas aos cromossomos sexuais.</li> </ul>

Fonte: SEE-SP, 2011.

O uso de temas atuais da Ciência e Tecnologia em aulas de biologia possibilita uma contextualização e a aproximação do assunto abordado ao cotidiano do aluno, uma vez que são amplamente divulgados pela mídia. Para além disso, sua compreensão é considerada fundamental para o desempenho de uma cidadania com tomada de decisões em relação a questões polêmicas frequentemente presentes em publicações recentes da área de Genética.

Assim, para um indivíduo desenvolver opiniões a respeito das novas tecnologias da genética, ele precisa ser alfabetizado cientificamente.

#### 1.4 O papel dos TDC nas aulas de Ciências

Por que ler na escola?

Porque a finalidade da escola é a formação dos seres humanos para a cidadania, ensinar a ler deve necessariamente supor criar situações nas quais os alunos reconheçam, identifiquem, analisem e se posicionem diante dos valores e apreciações veiculadas nos textos.

A palavra está sempre impregnada de valores, de apreciações pessoais – explícitas ou não – sobre os fatos vivenciados, sobre os acontecimentos, sobre a atitude das pessoas em relação a esses fatos e acontecimentos, sobre as ideias subjacentes aos fatos, sobre os valores subjacentes às ideias (BRAKLING, 2010).

Por que ler TDC na escola?

Compreendendo a Ciência como propulsora do progresso de uma nação, e que o desenvolvimento contínuo da ciência e tecnologia (C&T) possa desencadear mudanças reais na sociedade, devemos garantir seu acesso à população. Assim, a divulgação científica (DC) é fundamental para a popularização da Ciência uma vez que o ambiente científico é carente em oportunidades e nossa educação escolar básica sofre com a escassez de recursos humanos, meios e infraestrutura para a divulgação do conhecimento científico (OLIVEIRA; FALTAY, 2011).

Há uma crescente preocupação com a difusão de conhecimentos científicos para um público cada vez mais amplo e diversificado, tal tendência se manifesta por meio da DC nas mais diversas formas, através de publicações escritas, meios audiovisuais e mídia eletrônica. O crescimento intensificado desses meios e a sua grande penetração parecem traduzir uma necessidade do cidadão contemporâneo. A Ciência “vendida” desse modo é atraente, curiosa e instigante (SALÉM; KAWAMURA, 1996). O fato de o material de divulgação despertar esse anseio e, além disso, ser instigante, alerta-nos para o seu potencial como recurso didático (SILVA; KAWAMURA, 2001).

Um grande potencial pedagógico vem sendo atribuído ao uso da DC em ambientes formais de ensino, uma vez que o uso de materiais de divulgação pode levar ao interesse pelo conhecimento científico e pela Ciência, bem como proporcionar o contato com diferentes linguagens e discursos, o que permite aos alunos desenvolver habilidades de leitura e de criticidade em relação à Ciência (RIBEIRO; KAWAMURA, 2008). Para Martins, Nascimento e Abreu (2004) tal criticidade está relacionada ao processo de produção do conhecimento científico e suas aplicações e ao processo de produção das próprias informações sobre C&T e sua veiculação pela mídia impressa.

Assim, a contribuição da DC para o Ensino possui potenciais benefícios devido ao contato com diferentes formas de dizer e argumentar, além de tratar da discussão de temas recentes relacionados ao desenvolvimento da C&T, contextualizadas no dia a dia da sociedade contemporânea. No entanto, a Ciência não se constitui numa atração capaz de fazer com que as pessoas se envolvam com ela, no geral é mistificada e confundida; para intensificar o problema a DC atinge um pequeno setor da população brasileira, apesar dos esforços (OLIVEIRA;

FALTAY, 2011). Cabe, portanto, a nós educadores introduzir na educação básica mecanismos que promovam a desmistificação da Ciência e o interesse dos alunos por ela sem que seja apenas pelo seu caráter fantástico.

Para Silva e Kawamura (2001) os conhecimentos formais, tradicionalmente trabalhados na escola podem interagir com as informações difundidas pelos meios de DC, com benefícios para o aprendizado do aluno. Sendo que nesse caso o TDC por ser o elemento desencadeador do conhecimento formal ou um complemento para este último. Silva e Kawamura (2001, p.138) destacam:

... com maior ênfase, a possibilidade de discutir socialmente a ciência a partir da utilização do material de divulgação em sala de aula. Como se sabe, o impacto das informações veiculadas nos meios de comunicação é muito forte e, mesmo assim, quase nunca os indivíduos questionam a sua veracidade e tampouco refletem sobre as possíveis consequências dessas informações em suas vidas. Levando-se em conta essa constatação, uma aula preparada com esse material pode proporcionar situações ricas de novos significados como: debater notícias, verificar sua veracidade e discutir criticamente suas consequências. Além destas possibilidades, acrescentaria uma outra de grande importância: a de estimular a leitura, algo praticamente esquecido no ensino de ciências.

Ferreira e Queiroz (2012) identificaram cinco grandes temáticas em publicações apresentadas nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) de 1997 a 2009, em relação ao uso de TDC no ensino de Ciências. São elas: seleção, caracterização e ou/análise de TDC para fins escolares; experiências em salas de aula de Ciências com TDC; formação de professores e o uso de TDC em contextos escolares; ponderações sobre a DC e suas implicações no Ensino de Ciências; estado da arte das pesquisas relacionadas à DC. Alguns dos objetivos dessas pesquisas eram contribuir para o desenvolvimento do hábito de leitura; estimular a criticidade por parte dos alunos; motivar os alunos em sala de aula; possibilitar discussões e debates; contribuir para a aprendizagem de conceitos, dentre outros.

Resende e Klautau-Guimarães (2011) concluíram que ao final das atividades de leitura de TDC em aulas de genética houve um aumento de 35,5% na compreensão dos conceitos básicos além de permitir um maior domínio do assunto, coerência na utilização de termos biológicos e respostas mais estruturadas por parte dos alunos. Para eles, tal estratégia não só facilitou a aprendizagem como também agiu como uma ferramenta motivadora na contextualização dos conhecimentos abordados e suas aplicações.

Já Silva e Kawamura (2001) concluíram que, o uso de material de DC em aulas de física proporcionou mudanças significativas nas concepções gerais dos alunos do Ensino

Médio. Tais mudanças puderam ser observadas na modificação da “cultura” dos alunos (demostrada em seus interesses iniciais) em direção a uma postura que se aproxima mais da cultura científica (demostrada pelas questões colocadas por eles ao final da atividade).

Enfim, consideramos que o maior desafio do ensino de Ciências hoje é a promoção da alfabetização científica para todos os estudantes, e que uma das formas de superação seria uma efetiva implementação de programas CTS a partir da Educação Básica até o Ensino Superior. Tendo a DC papel determinante nesse processo, seu acesso deveria ser ampliado ao público em geral. Nesse sentido, o uso de TDC em aulas de Biologia representa uma importante forma de acesso à informação sobre C&T permitindo a aproximação da vida cotidiana à vida escolar.

Uma vez que, para se exercer a cidadania, o sujeito tem de ser capaz de julgar informações de forma crítica, a reflexão e a discussão de questões controversas numa perspectiva CTS em ambientes formais de ensino funcionam como ferramentas para a aquisição de opiniões autônomas e conscientes. Como novas descobertas científicas na área de Genética vêm sendo amplamente divulgadas pela mídia nos últimos anos, o conhecimento de conceitos básicos dessa área é essencial para a participação nas discussões sobre clonagem, transgenia, células-tronco, entre outros.

## **CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **2.1 Método Qualitativo: Pesquisa de Intervenção**

O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa do tipo intervenção pedagógica, que pode ser definida como uma pesquisa que envolve o planejamento e a implementação de interferências - mudanças ou inovações pedagógicas - destinadas a produzir avanços nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. Com caráter aplicado, tais pesquisas têm a finalidade de contribuir para a solução de problemas práticos, podendo subsidiar tomadas de decisões a respeito de mudanças em práticas educacionais, promover a melhoria em sistemas de ensino existentes ou avaliar inovações (DAMIANI et al., 2013).

A intervenção foi realizada junto a uma turma do 2º ano do EM do período diurno de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo por meio da aplicação de uma sequência didática que abordava temas de genética e utilizava como recursos didáticos TDC.

Tal intervenção teve por objetivos incentivar a leitura de textos relacionados à C&T além de contribuir para o desenvolvimento da capacidade leitora dos estudantes; promover a discussão de temas controversos da genética, tais como clonagem e OGM; e permitir a consolidação da aprendizagem de conceitos básicos da genética mendeliana e da manipulação gênica.

A aplicação da sequência didática ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2016. A turma que participou do trabalho contava com 41 (quarenta e um) alunos matriculados, no entanto participaram das atividades apenas 25 estudantes.

Como instrumento de coleta de dados foram utilizados questionários de respostas abertas para sondagem do conhecimento dos alunos a respeito de conceitos de genética e questões de interpretação dos TDC (APÊNDICE A).

### **2.2 Caracterização do contexto escolar e dos participantes**

A escola onde a pesquisa de intervenção foi realizada, a qual denominaremos de Escola X, está localizada no bairro Cidade Aracy II, trata-se de uma escola da rede estadual que possui turmas do ensino fundamental (EF), do ensino médio (EM) e da educação para jovens e adultos (EJA).

Segundo Silva (2007), o bairro Cidade Aracy (Figuras 01 e 02) se formou em uma área de mananciais imprópria para ocupação humana irrestrita. De acordo com moradores, o espaço ocupado pelo bairro pertencia à fazenda da família Pereira Lopes, que começou a vender lotes na década de 80. Ao final dessa década e início dos anos 90 a imobiliária Faixa Azul, de propriedade de Airton Garcia (atual prefeito da cidade, eleito em 2016) fez o primeiro loteamento doado. Nas doações, cada lote foi dividido em dois meio-lotes, um era doada e o outro não, esperava-se dessa forma, que a própria pessoa ganhadora do meio lote comprasse a outra metade. Dessa forma, o bairro passou a ser povoado mesmo sem possuir nenhuma infraestrutura. Desde então, o Cidade Aracy passou por profunda transformação contando hoje com abastecimento de água, rede de esgoto e de energia elétrica, escolas, posto médico e outros comércios.

**Figura 01-** Bairro Cidade Aracy nos anos 80.



Fonte: São Carlos agora, 2010

Disponível em:< [www.saocarlosagora.com.br/noticia/regiao-sul-exemplo-do-crescimento-de-sao-carlos/13178/](http://www.saocarlosagora.com.br/noticia/regiao-sul-exemplo-do-crescimento-de-sao-carlos/13178/)> Acesso em: fev. 2016.

**Figura 02-** Bairro Cidade Aracy em 2014.



Foto: Paulo Chiari.

Fonte: g1.globo.com, 2014.

Disponível em: <[www.saocarlosagora.com.br/noticia/regiao-sul-exemplo-do-crescimento-de-sao-carlos/13178/](http://www.saocarlosagora.com.br/noticia/regiao-sul-exemplo-do-crescimento-de-sao-carlos/13178/)> Acesso em jan. 2018.

Pela localização periférica do bairro, separado inclusive fisicamente do restante da cidade por meio de uma serra, e pela carência de grande parte de seus moradores caracterizada pela baixa renda familiar, difícil acesso ao mercado de trabalho, à educação e à saúde e pela violência, a relação entre os habitantes do bairro e os demais são-carlenses é marcada pela discriminação e pelo preconceito.

Para Silva (2007), um dos pontos importantes que aproximam todos os moradores do Aracy, independentemente de sua procedência, ocupação, posição e relação com o bairro é a sua convivência em um local altamente estigmatizado pela pobreza e violência, tal afastamento e estigmatização não refletem apenas a dominação de classe, incluindo outras formas de poder além do econômico, pois moradores de outros bairros periféricos inclusive menos estruturados que o Aracy também o estigmatizam.

Assim, o Aracy é representado como bairro abaixo dos demais não apenas pela elite são-carlense, mas por todos. Existe, incluída nessa separação entre bairro e o restante da cidade, a ideia de que o Aracy foi construído para ser uma cidade separada de São Carlos. Esta noção de que ele constitui praticamente uma cidade contribui para a sua diferenciação, segregação e estigmatização. Se o bairro é representado como lugar muito pobre e violento em toda São Carlos, e ao mesmo tempo existe a premissa de que ele deveria ser uma cidade separada, toda essa pobreza e violência não são desse modo assumidas como integrantes da cidade pelos que nela residem- aqui me refiro aos que moram acima da “serrinha” (SILVA, 2007, p.7).

De acordo com essas características do bairro, muitos dos alunos matriculados na Escola X apresentam uma baixa autoestima e um forte sentimento de exclusão em relação à sociedade local. Ainda, possuem pequenas expectativas em relação ao mercado de trabalho e

não veem os estudos como uma forma de ascensão social, dedicando-se, dessa forma, pouco a eles. Grande parte dos estudantes não concluem o EM e a parcela que o conclui frequentemente apresenta dificuldades de acesso ao Ensino Superior.

Tais peculiaridades, contribuem para que a maioria dos estudantes dessa escola encerrem seus estudos ao finalizarem o EM. Sendo assim, a escola de ensino médio pode ser considerada como uma oportunidade única de orientação para a vida comunitária e política, econômica e financeira, cultural e desportiva desses jovens.

No ano de 2016, de acordo com Censo Escolar realizado pelo INEP, havia 433 alunos matriculados no EF, 804 alunos matriculados no EM e 229 alunos matriculados no EJA na Escola X. Os números de matrículas por série podem ser observados na tabela 01.

**Tabela 01-** Número de matrículas por série, na Escola X no ano de 2016.

Série	Número de matrículas
6º ano do EF	126
7º ano do EF	124
8º ano do EF	94
9º ano do EF	89
1º ano do EM	327
2º ano do EM	283
3º ano do EM	194

Fonte: Censo Escolar/INEP, 2016.

Tais valores se referem à soma do número de matrículas nos períodos da manhã, tarde e noite, sendo que o EF possuía turmas nos períodos da manhã (9º ano) e da tarde (6º, 7º e 8º anos) e o EM nos períodos da manhã e da noite, ambos com 1º, 2º e 3º anos. O EJA funcionava exclusivamente no período noturno com turmas do 8º e 9º anos do EF e 1º, 2º e 3º do EM.

No que diz respeito aos índices de aprendizagem dessa escola serão discutidos apenas os referentes à Língua Portuguesa (LP), uma vez que um dos objetivos desse trabalho é o desenvolvimento da capacidade leitora.

De acordo com a Prova Brasil, avaliação nacional do rendimento escolar que tem como objetivo a produção de informações sobre os níveis de aprendizagem em Língua Portuguesa - ênfase em leitura, e em Matemática - ênfase em resolução de problemas, o nível de proficiência dos alunos do 9º ano do EF em Língua Portuguesa (LP) em 2015 era de 248,32, valor que os localizava no nível 2 da escala de proficiência (INEP, 2015).

De acordo com o INEP (2015), os resultados de desempenho nas áreas avaliadas são expressos em escalas de proficiência compostas por níveis progressivos e cumulativos. Isso significa que quando um percentual de alunos foi posicionado em determinado nível da escala,

pode-se pressupor que, além de terem desenvolvido as habilidades referentes a este nível, eles provavelmente também desenvolveram as habilidades referentes aos níveis anteriores.

Alunos posicionados no nível 2 dessa escala apresentam desempenho maior ou igual a 225 e menor que 250 o que significa que além de possuírem as habilidades do nível 1 (capacidade de reconhecer expressões características da linguagem - científica, jornalística etc. - e a relação entre expressão e seu referente em reportagens e artigos de opinião; inferir o efeito de sentido de expressão e opinião em crônicas e reportagens) são capazes também de localizar informações explícitas em fragmentos de romances e crônicas; identificar tema e assunto em poemas e charges, relacionando elementos verbais e não verbais; reconhecer o sentido estabelecido pelo uso de expressões, de pontuação, de conjunções em poemas, charges e fragmentos de romances; reconhecer relações de causa e consequência e características de personagens em lendas e fábulas; reconhecer recurso argumentativo em artigos de opinião; inferir efeito de sentido de repetição de expressões em crônicas.

Os valores obtidos pela Escola X são inferiores quando comparados aos valores das demais escolas do município (258,88), das escolas do estado (257,52) e das escolas do país (251,53).

Embora em termos numéricos a diferença não seja tão significativa, em questão de proficiência em LP são representativos, pois estas médias posicionam os alunos dessas escolas no nível 3 da escala de proficiência, o que significa dizer que além das habilidades desenvolvidas pelos alunos da Escola X, eles também são capazes de localizar informações explícitas em crônicas e fábulas; identificar os elementos da narrativa em letras de música e fábulas; reconhecer a finalidade de abaixo-assinado e verbetes; reconhecer relação entre pronomes e seus referentes e relações de causa e consequência em fragmentos de romances, diários, crônicas, reportagens e máximas (provérbios); interpretar o sentido de conjunções, de advérbios, e as relações entre elementos verbais e não verbais em tirinhas, fragmentos de romances, reportagens e crônicas; comparar textos de gêneros diferentes que abordem o mesmo tema; inferir tema e ideia principal em notícias, crônicas e poemas; inferir o sentido de palavra ou expressão em história em quadrinhos, poemas e fragmentos de romances.

Quando comparamos os valores da Prova Brasil de 2015 da Escola X aos valores obtidos em avaliações anteriores, verificamos que as médias de proficiência em LP aumentaram de 2011 a 2015, no entanto não implicaram numa ascensão no nível de proficiência.

Já em relação ao índice estadual, de acordo com os resultados de 2015 do SARESP (Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo), que é aplicado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo com a finalidade de produzir um

diagnóstico da situação da escolaridade básica paulista, visando orientar os gestores do ensino no monitoramento das políticas voltadas para a melhoria da qualidade educacional, a proficiência dos alunos do 9º ano do EF em LP foi 234,0 e dos alunos do 3º ano do EM foi 274,0 (SEE-SP, 2015a, p.1).

No SARESP, os alunos do 3º, 5º, 7º e 9º anos do EF e da 3ª série do EM têm seus conhecimentos avaliados por meio de provas com questões de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e redação. Os resultados integram o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (IDESP). As proficiências dos alunos da rede estadual de ensino de São Paulo são consideradas na mesma métrica do Saeb/Prova Brasil (SEE-SP, 2015b, p. 6).

Para interpretar a proficiência dos alunos em Língua Portuguesa (Leitura), foram selecionados, na escala do SARESP, pontos, em intervalos de 25, do número 125 até o 425 e essa escala é comum aos cinco anos/série avaliados. A interpretação da escala é cumulativa, ou seja, os alunos que estão situados em um determinado nível dominam não só as habilidades associadas a esse nível, mas também as proficiências descritas nos níveis anteriores (SEE-SP, 2015b, p. 6).

Os pontos da escala de proficiência utilizados na Prova Brasil e SAEB foram agrupados no SARESP em quatro níveis de proficiência – Abaixo do Básico, Básico, Adequado e Avançado. Eles foram definidos a partir das expectativas de aprendizagem estabelecidas para cada ano/série e componente curricular no Currículo do Estado de São Paulo (SEE-SP, 2015a, p.2). A descrição desses níveis e os intervalos de pontuação que os definem para os anos/série avaliados em LP estão apresentados nos Quadros 04 e 05.

**Quadro 04** - Classificação e Descrição dos Níveis de Proficiência do SARESP.

Classificação	Níveis de Proficiência	Descrição
<b>Insuficiente</b>	<b>Abaixo do Básico</b>	Os alunos, nesse nível, demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série escolar em que se encontram.
	<b>Básico</b>	Os alunos, nesse nível, demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem as estruturas necessárias para interagir com a proposta curricular no ano/série subsequente.
<b>Suficiente</b>	<b>Adequado</b>	Os alunos, nesse nível, demonstram domínio pleno dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/ série escolar em que se encontram.
	<b>Avançado</b>	Os alunos, nesse nível, demonstram conhecimentos e domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido no ano/ série escolar em que se encontram.

Fonte: SEE-SP, 2015b. p2.

**Quadro 05** - Níveis de Proficiência de Língua Portuguesa – SARESP

Níveis de Proficiência	3º EF	5º EF	7º EF	9º EF	3ª EM
<b>Abaixo do Básico</b>	<125	< 150	< 175	< 200	< 250
<b>Básico</b>	125 a < 175	150 a < 200	175 a < 225	200 a < 275	250 a < 300
<b>Adequado</b>	175 a < 225	200 a < 250	225 a < 275	275 a < 325	300 a < 375
<b>Avançado</b>	≥ 225	≥ 250	≥ 275	≥ 325	≥ 375

Fonte: SEE-SP, 2015b. p2.

A partir do exposto, concluímos que os alunos dos 9º anos do EF e dos 3º anos do EM da Escola X, em 2015, se posicionavam no nível básico da escala de proficiência. No entanto, de acordo com este índice não havia diferença em termos de proficiência em LP entre os alunos desta escola com os alunos das demais escolas estaduais.

Analisando os valores das notas do SARESP dessa escola de 2011 a 2015 verificamos que a proficiência dos alunos do 9º ano do EF e do 3º ano do EM em LP praticamente não avançou, permanecendo no nível básico. Tais valores podem ser observados na tabela 02.

**Tabela 02** - Médias de proficiência dos alunos da Escola X em LP nas edições do SARESP de 2011 a 2015.

Edição	Médias de proficiência	
	9ºEF	3ºEM
2011	226	273
2012	220	264
2013	234	273
2014	236	268
2015	234	274
Nível Adequado	275	300

Fonte: SEE-SP, 2013. p8.; SEE-SP, 2015. p5.

Tais índices refletem a fragilidade da qualidade da educação pública estadual, uma vez que a maioria dos estudantes do EF e EM do Estado de SP possuem conhecimentos considerados abaixo do adequado para seu ano/série.

Além disso, devemos considerar que as condições socioeconômicas desses estudantes interferem claramente em sua aprendizagem e que apesar dos esforços das comunidades escolares para a melhoria da qualidade do ensino, problemas tais como infraestrutura inadequada, falta de segurança e de funcionários, violência bem como problemas na área pedagógica - evasão, abandono, retenção, falta de motivação, defasagem ano/série, entre outros - tornam a convivência entre seus membros tensa e conflituosa, não representando um ambiente propício para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

### 2.3 Aplicação da Sequência Didática (Intervenção Pedagógica)

Para buscar respostas à questão de pesquisa “Qual é a contribuição do uso de textos de divulgação científica como material didático para a aprendizagem de temas ligados à Genética? ”, foi elaborada uma sequência didática (SD), (APÊNDICE A), com textos extraídos da Revista Ciência Hoje e da Revista Pesquisa Fapesp (ANEXOS A, B, C, D, E, F, G).

Os TDC selecionados abordavam os seguintes temas relacionados à genética: características hereditárias; leis de Mendel; cromossomos sexuais e herança ligada ao sexo; tecnologias de manipulação do DNA clonagem e transgenia; riscos e benefícios da utilização dos organismos transgênicos; mutação, gene e genoma.

Os temas foram escolhidos a partir da consideração das dificuldades de compreensão dos estudantes sobre conceitos da área biológica que foram identificados em diferentes pesquisas da área do ensino de Ciências, sendo os principais: evolução biológica (ASSIS et al., 2014); conceitos de DNA, proteína ou gene, síntese proteica e divisão celular (CID; NETO, 2005; MIRANDA et al, 2014); conceitos de genes, leis de Mendel, mitose e meiose, herança parcialmente ligada ao sexo, cromossomos, transgênicos, clonagem, dominância e recessividade (GIACÓIA; BORTOLOZZI; CALDEIRA 2014). E também, a partir da identificação dos temas considerados atuais para o ensino de Genética, que de acordo com La Luna (2014): Projeto Genoma Humano (PGH); Organismos Geneticamente Modificados (OGM); clonagem; produção de células-tronco embrionárias para cura de doenças e terapia gênica.

A seleção dos TDC foi realizada a partir de alguns critérios a serem cumpridos pelos mesmos: possuir uma linguagem compatível com a idade dos alunos; ter disponibilidade de conteúdos e informações sobre a temática de genética; ser acompanhado de figuras ilustrativas, com o objetivo de estimular os alunos; ser desprovido de sensacionalismo; ser de uma fonte confiável de informação; ter ano de publicação recente e não serem muito longos, uma vez que o público-alvo se dispersava com facilidade.

Considerando que são três os aspectos fundamentais a serem considerados no trabalho com leitura: os comportamentos leitores, as habilidades de leitura e os procedimentos de leitura (BRAKLING, 2010), a SD foi elaborada e teve duração de 06 (seis) aulas de 50 (cinquenta) minutos cada – sendo que as aulas eram semanais e duplas.

Os objetivos gerais da sequência eram o desenvolvimento da capacidade leitora e a motivação dos alunos para a aquisição de novos conhecimentos científicos. Os objetivos

específicos visaram o desenvolvimento de competências e habilidades que permitissem aos estudantes:

- a) identificar e diferenciar características genéticas e hereditárias de características adquiridas;
- b) reconhecer a importância dos experimentos de Gregor Mendel com ervilhas para a Genética;
- c) reconhecer as leis de Mendel;
- d) identificar e caracterizar o mecanismo na determinação do sexo na espécie humana;
- e) analisar e construir argumentos relativos à clonagem de mamíferos;
- f) analisar e construir argumentos em relação à produção de organismos geneticamente modificados; analisar e criticar argumentos sobre QSC.

Sua aplicação foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2016, junto a uma turma do 2º ano do EM do período diurno de uma escola estadual do interior de SP. A turma contava com 41 (quarenta e um) alunos matriculados, no entanto, apenas 25 participaram das atividades da pesquisa, pois os índices de abandono e evasão são altos nessa unidade escolar.

As atividades da SD tiveram início com a aplicação de um questionário diagnóstico (Quadro 06) com o intuito de se fazer o levantamento dos conhecimentos dos alunos em relação à Genética.

A elaboração desse questionário foi realizada com base em assuntos já abordados em aulas anteriores de acordo com os conteúdos presentes no currículo do Estado de São Paulo (mitose, mecanismo básico de reprodução celular; reprodução sexuada e processo meiótico; concepções pré-mendelianas e as leis de Mendel; teoria cromossômica da herança; determinação do sexo e herança ligada ao sexo; cariótipo normal e alterações cromossômicas; aconselhamento genético; engenharia genética e produtos geneticamente modificados; riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados).

**Quadro 06** - Questionário diagnóstico.

QUESTÕES
1- Quais são as principais contribuições de Mendel para a genética atual?
2- O que é um gene? E o que é genoma?
3- Explique o que são mutações gênicas e por que elas podem provocar doenças nos seres vivos?
4- Explique o que são mutações cromossômicas e dê exemplos.
5- Qual é o material genético presente em praticamente todos os seres vivos?
6- O que é DNA? O que você conhece da sua estrutura molecular e de sua composição química?
7- Como se dá a determinação do sexo na espécie humana?
8- Dê exemplos de anomalias humanas determinadas por genes ligados ao cromossomo X.
9- O que são organismos geneticamente modificados ou transgênicos? Onde são utilizados?
10- Explique o conceito de terapia gênica e diga quais são seus objetivos.
11- O que é biotecnologia? Quais são suas implicações para a sociedade?
12- O que é clonagem?

Fonte: Autoria própria.

Segundo Soares (2010), o conhecimento prévio do leitor é fundamental para a compreensão de textos, a compreensão acontece somente se o aluno conseguir construir os sentidos do texto, e a para que isso ocorra o professor deve se preocupar com a identificação da estrutura organizacional do texto e de seus conceitos-chave de forma consciente. Já para Ferreira e Dias (2004) é lançando mão do conhecimento prévio – linguístico e de mundo – que o leitor poderá garantir uma compreensão além dos elementos superficiais do texto, negociando com o autor os significados plausíveis e permitidos.

Após responder o questionário diagnóstico, os alunos receberam cópias do TDC 01 *“Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?”* (ANEXO A). Antes da leitura houve um questionamento inicial sobre do que se tratava o texto e o que os alunos sabiam a respeito do assunto abordado no mesmo.

A leitura do TDC foi feita individualmente sem quaisquer tipos de intervenção porque pretendíamos identificar a capacidade de compreensão e interpretação de cada aluno sem que diferentes visões do texto interferissem em suas análises pessoais. E também porque, de acordo com Ferreira e Dias (2004), o leitor desempenha um papel ativo para a produção de sentido de um texto, sendo as inferências um processo cognitivo importante, pois elas possibilitam a construção de novos conhecimentos a partir de dados previamente armazenados na memória do interlocutor, tais dados são ativados e relacionados às informações presentes no texto.

Assim, cada aluno pode inferir os significados do texto mobilizando suas estratégias cognitivas de leitura. A modalidade de leitura utilizada foi leitura integral, pois a leitura tinha como propósito a obtenção de informações gerais e de informações específicas bem como a aprendizagem.

Após a leitura, os alunos responderam por escrito as questões orientadoras (Quadro 07) e iniciamos uma discussão em grande grupo. Segundo Brakling (2010) aprende-se a ler melhor socializando e discutindo com outros leitores apreciações, pareceres, dúvidas e critérios de escolha.

**Quadro 07** - Questões orientadoras de leitura TDC 1 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome”.

- 1- De acordo com o 1º parágrafo, como ocorre a determinação do sexo em seres humanos?
- 2- Que conceitos importantes estão presentes no 2º e 3º parágrafos?
- 3- Releia os parágrafos 3 e 4 e responda qual é a importância do cromossomo X?
- 4- O sexto parágrafo aborda um conceito importante em genética. Que conceito é este? Procure seu significado em um dicionário ou no livro didático.
- 5- Releia os parágrafos 9 e 10 e responda por que o cromossomo X tem este nome.

Fonte: Autoria própria.

Ao final da aula, cada aluno recebeu uma cópia do TDC 02 “Fumantes: cromossomo sexual em risco” (ANEXO B) para que realizassem a leitura em casa e trouxessem as questões orientadoras de leitura (Quadro 08) respondidas na próxima aula.

**Quadro 08** - Questões orientadoras de leitura TDC 2 “Fumantes: cromossomo sexual em risco”.

- 1- Identifique a ideia central dos parágrafos 1 e 2.
- 2- Como é determinado o sexo na espécie humana de acordo com o parágrafo 3?
- 3- Qual é o problema para quem tem o cromossomo Y danificado? Releia os parágrafos 4 e 5 para responder.
- 4- Como o fato do tabagismo ter consequências mais severas para homens do que para as mulheres é explicado nos parágrafos 7 e 8?
- 5- Qual é a ideia central do nono parágrafo?
- 6- O parágrafo 11 fala sobre substâncias mutagênicas e carcinogênicas. Qual é o significado desses termos?
- 7- Qual é a boa notícia revelada no último parágrafo do texto?

Fonte: Autoria própria.

Na semana seguinte, os alunos receberam cópias do TDC 03 “O legado de um monge invisível” (ANEXO C) e do TDC 04 “As outras Dollies” (ANEXO D). Solicitamos que realizassem a leitura integral de ambos e que em seguida respondessem por escrito quais eram as ideias centrais abordadas em cada um deles. A estratégia de leitura foi a mesma realizada na aula anterior. Esta atividade teve a duração de 50 minutos (01 aula).

Em seguida, houve uma discussão em grande grupo sobre o processo de clonagem e suas implicações sociais, econômicas e éticas. Apesar da importância dessa atividade, devido ao tempo de aula não houve a sistematização da discussão por escrito.

Para lição de casa, os alunos receberam cópias do TDC 05 “DNA de campeão?” (ANEXO E). Como tarefa, além da leitura, os alunos deveriam identificar, por escrito, as ideias centrais do texto e entregar na semana seguinte.

Também como tarefa de casa, os alunos deveriam pesquisar sobre a produção e o uso de OGM e suas implicações econômicas, sociais e ambientais. Para tal, a turma foi reunida em dois grupos sendo que um deles deveria buscar por argumentos favoráveis a produção de transgênicos e o outro por argumentos desfavoráveis. A finalidade da pesquisa era fomentar um debate sobre OGM, na aula seguinte.

Na aula 5, o TDC 06 *“Salmão transgênico para alimentação humana”* (ANEXO F) e o TDC 07 *“Ovos de galinha transgênica para doença rara”* (ANEXO G), foram lidos e serviram de motivação para o início do debate sobre os riscos e os benefícios da produção e do uso de OGM para as populações humanas e para o meio ambiente.

Os alunos foram separados em dois grandes grupos, um a favor e o outro contra a produção dos OGM, cada um elegeu um interlocutor para transmitir a todos os argumentos encontrados na pesquisa. Após a exposição de ambos, foi aberto aos demais alunos o espaço para se pronunciarem retirando dúvidas e/ou emitindo suas opiniões. O debate teve a duração de 50 minutos.

Em seguida, os alunos responderam novamente as questões do questionário diagnóstico (Quadro 06). Eles contaram com 50 minutos para a realização dessa atividade.

Para uma maior compreensão da SD, uma breve descrição dos TDC utilizados é feita a seguir:

### **Texto 01**

**Assunto:** Origem nominal e características do cromossomo X.

**Referência:** JUBILUT, P.R.; VALÉRIO, P. Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome? Ciência Hoje, 2012.

**Resumo do conteúdo:** O texto aborda a temática da determinação sexual na espécie humana e caracteriza a transmissão do cromossomo X pelo homem e pela mulher aos seus descendentes, destaca também características importantes desse cromossomo e traz como curiosidade a origem de seu nome. Os seguintes conceitos genéticos e/ou biológicos estão presentes de forma explícita ou implícita: sistemas de determinação de sexo XO, XY e ZW; hereditariedade; pares de bases (nucleotídeos); genes; genoma; fenótipo; cariótipos; herança ligada ao sexo (hemofilia e daltonismo); células somáticas; células germinativas; metáfases; anomalia cromossômica numérica.

**Texto 02**

**Assunto:** Relação entre o tabagismo e a maior probabilidade do desenvolvimento de certos tipos de câncer em homens.

**Referência:** KUGLER, A. Fumantes: cromossomo sexual em risco. *Ciência Hoje*, 2014.

**Resumo do conteúdo:** O texto divulga a maior incidência de certos tipos de câncer (laringe, boca, traqueia, bexiga, ossos, entre outros) em homens fumantes do que em mulheres. Explica que isto se deve ao fato do fumo também afetar o cromossomo sexual masculino Y, o qual não está presente em mulheres. Está presente os seguintes conceitos: cromossomos sexuais; imunidade; célula.

**Texto 03**

**Assunto:** Origem da genética a partir dos experimentos de Gregor Mendel com ervilhas e a vida de Mendel.

**Referência:** GUIMARÃES, M. O legado de um monge invisível. *Pesquisa Fapesp*, 2016.

**Resumo do conteúdo:** Publicado em 2016, comemora os 150 anos da publicação dos trabalhos de Mendel, fazendo um relato de seu experimento com hibridização em plantas que culminaram nas duas leis da genética. Retrata também a história de vida do autor e o contexto sociocientífico da época. Indica possíveis motivos pelos quais seu trabalho não foi reconhecido imediatamente após sua publicação. Reconhece o início da genética a partir da redescoberta dos experimentos de Mendel. Conceitos Genéticos: hibridização; fatores recessivos; fatores dominantes; Lei da Segregação; Lei da Segregação Independente.

**Texto 04**

**Assunto:** Clonagem

**Referência:** VIEIRA, C.L. As outras Dollys. *Ciência Hoje*, 2016.

**Resumo do conteúdo:** Notícia a existência de quatro ovelhas clones da ovelha Dolly que não apresentam sinais de envelhecimento precoce. Conta a história do processo de clonagem que deu origem à Dolly e a repercussão internacional da divulgação do mesmo. Retrata ainda os problemas de saúde que o primeiro mamífero clonado do mundo teve ao longo de sua vida, que durou apenas 6,5 anos. Conceitos Genéticos: clonagem; clone; gêmeos idênticos. Conceitos Biológicos: célula mamária; óvulo; anucleado.

**Texto 05**

**Assunto:** Mutações genéticas e esportes.

**Referência:** PIVETTA, M. DNA de campeão? Pesquisa Fapesp,

**Resumo do conteúdo:** O texto divulga os resultados iniciais do projeto de pesquisa do grupo do biólogo João Bosco Pesquero, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e coordenador do projeto Atletas do Futuro, que visa montar um banco de dados com informações genômicas específicas de atletas brasileiros que possam ser úteis para nortear a escolha da atividade esportiva mais indicada para cada indivíduo, além de ajudar na descoberta de talentos esportivos em idade precoce e servir de guia para melhorar o treinamento e desempenho dos atletas em atividade. Conceitos Genéticos: Mutação genética; gene; alelos; marcadores genéticos; genoma; homozigoto; heterozigoto. Conceitos Biológicos: Cromossomo.

**Texto 06**

**Assunto:** Transgênicos

**Referência:** Salmão transgênico para alimentação humana. Pesquisa Fapesp, 2015.

**Resumo do conteúdo:** O texto divulga a aprovação, pela Food and Drug Administration (FDA), do primeiro animal transgênico para consumo humano nos EUA, o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) que teve genes do salmão Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) e da enguia *Zoarces americanus* incluídos no seu DNA. Conceitos Genéticos: Transgênico; engenharia genética; gene.

**Texto 07**

**Assunto:** Transgênicos

**Referência:** Ovos de galinha transgênica para doença rara. Pesquisa Fapesp, 2016.

**Resumo do conteúdo:** A notícia divulga a aprovação da primeira galinha transgênica pela Food and Drug Administration (FDA) para a produção da enzima sebelipase alfa em seus ovos. Tal enzima será utilizada em um medicamento para o tratamento da Deficiência de Lipase Ácida Lisossômica (LAL) ou Doença de Wolman. Conceitos Genéticos: Transgênico.

## 2.4 Procedimento de Análise de Dados

Com o intuito de verificar a capacidade de compreensão dos alunos a respeito das informações presentes nos TDC, as respostas às questões orientadoras de leitura (Quadros 07 e 08) dos TDC 01 e 02 (ANEXOS A e B) foram agrupadas em categorias .

Os seguintes critérios de categorização foram considerados: relação da resposta dada com as informações presentes no parágrafo do texto estudado; a resposta consistia na cópia de trechos do texto; a resposta respondia ou não corretamente a questão.

As categorias elencadas estão descritas a seguir:

1. Resposta sem relação com o texto (RS): refere-se àquelas cujas informações não estavam explicitamente presentes no texto e nem poderiam ser inferidas a partir dele (informações implícitas). Subcategorias:

1.1 Resposta sem relação com o texto corretas (RSC)

1.2 Resposta sem relação com o texto incorretas (RSI)

2. Resposta relacionadas ao texto (RC): refere-se àquelas cujas informações estavam explicitamente presentes no texto ou podiam ser inferidas a partir dele (informações implícitas). Subcategorias:

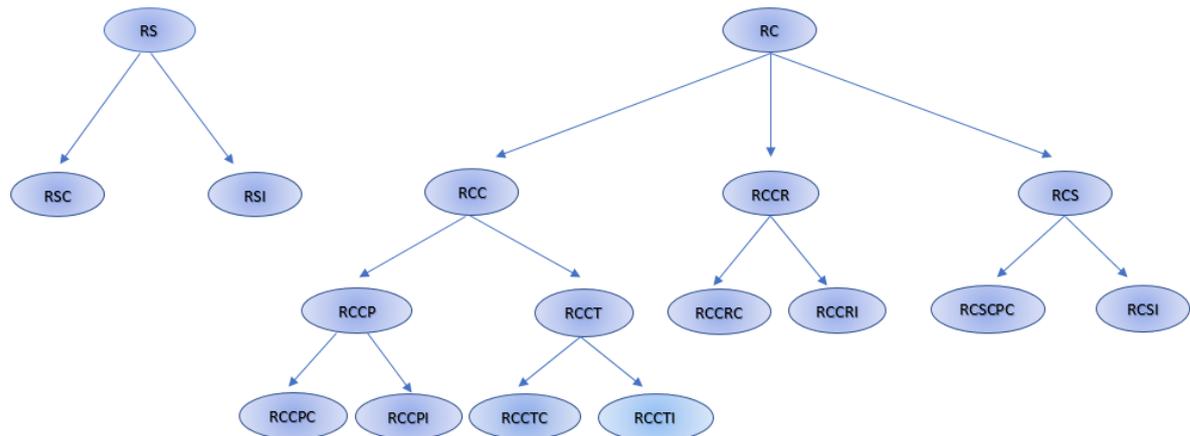
2.1 Resposta relacionadas ao texto com cópia (RCC) sendo que a cópia poderia ser: parcial (RCCP) - cópia com omissão de trechos e/ou parágrafo e/ou cópia seguida de trechos de autoria própria - ou total (RCCT) - cópia de trechos ou parágrafos completos. Tanto as respostas com cópia parcial quanto as com cópia total foram também consideradas como sendo corretas ou incorretas RCCPC, RCCPI, RCCTC, RCCTI, respectivamente.

2.2 Resposta relacionada ao texto sem cópia (RCS): refere-se as interpretações pessoais de cada aluno, podendo estar corretas (RCSC), parcialmente corretas (RCSPC) ou incorretas (RCSI). As respostas corretas e parcialmente corretas foram agrupadas na categoria RCSCPC.

2.3 Resposta relacionada ao texto com cópia reformulada (RCCR): refere-se àquelas com cópias de trechos ou parágrafos cujas ordens das frases foram modificadas. E podem ser consideradas corretas (RCCRC) ou incorretas (RCCRI).

A Figura 03 traz uma síntese das categorias descritas acima:

**Figura 03** – Categorias das respostas dos alunos às questões de interpretação dos textos 01 e 02.



Fonte: Autoria própria.

Considerando que as capacidades cognitivas de leitura incluem estratégias de ativação de conhecimentos, antecipação ou predição de conteúdos ou propriedades dos textos, checagem de hipóteses, redução de informação semântica – localização de informações, construção de informações a partir de comparação de trechos do texto, generalizações -, produção de inferências (BRALKLING, 2010), as respostas dos alunos às questões orientadoras de leitura foram analisadas a partir das capacidades cognitivas exigidas em cada pergunta de acordo com os níveis de domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada.

Segundo Forehand (2010), discussões durante a Convenção da Associação Americana de Psicologia em 1948 levaram a Benjamim Bloom e um grupo de colaboradores - M.D. Englehart, E. J. Furst, W. H. Hill e D. Krathwohl – a desenvolver um método de classificação para comportamentos mentais que se acreditava ser importante nos processos de aprendizagem. Esse grupo de psicólogos propôs-se a desenvolver um sistema taxonômico de três domínios: a) cognitivo: baseado no conhecimento, composto por seis níveis; b) domínio afetivo-atitudinal: composto por seis níveis e c) domínio baseado em habilidades psicomotoras, composto por seis níveis.

As características básicas de cada um desses domínios podem ser resumidas, de acordo com Ferraz e Belhot (2010), em:

- a) domínio cognitivo: relacionado ao aprender, dominar um conhecimento. Envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidade e de atitudes. Inclui reconhecimento de fatos específicos, procedimentos padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual constantemente.

- b) domínio afetivo: relacionado a sentimentos e posturas. Envolve categorias ligadas ao desenvolvimento da área emocional e afetiva, que incluem comportamento, atitude, responsabilidade, respeito, emoção e valores.
- c) domínio psicomotor: relacionado a habilidades físicas específicas.

Em 1956, o trabalho no domínio cognitivo foi concluído e o manual “Taxonomia de Bloom foi publicado (Quadro 09). Tal taxonomia é um modelo multi-escalonado de classificação do pensamento em seis níveis cognitivos de complexidade hierárquica, do nível mais simples para o mais complexo: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (FOREHAND, 2010); para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior (FERRAZ; BELHOT, 2010).

**Quadro 09** - Estruturação da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo.

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
1. Conhecimento	Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência esses conhecimentos. Verbos relacionados: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, lembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.
2. Compreensão	Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes. Verbos relacionados: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.
3. Aplicação	Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias. Verbos relacionados: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.
4. Análise	Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo. Verbos relacionados: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.
5. Síntese	Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um “todo”. Verbos relacionados: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.
6. Avaliação	Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento. Verbos relacionados: Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre detectar, estimar, julgar e selecionar

Fonte: Ferraz e Belhot, 2010, p.426.

Durante a década de 1990, Lorin Anderson, liderou o grupo que iria atualizar a taxonomia de Bloom na esperança de agregar relevância para estudantes e professores do século XXI. Publicada em 2001, “*A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom’s taxonomy for educational objectives*”, a revisão traz modificações na terminologia, estrutura e ênfase. Em relação à terminologia, as seis principais categorias de Bloom foram

alteradas de substantivos para formas verbais (Quadro 10): lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar (FOREHAND, 2010).

**Quadro 10** - Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom – revisada.

<p><b>1. Lembrar:</b> Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.</p>
<p><b>2. Entender:</b> Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.</p>
<p><b>3. Aplicar:</b> Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando</p>
<p><b>4. Analisar:</b> Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.</p>
<p><b>5. Avaliar:</b> Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.</p>
<p><b>6. Criar:</b> Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.</p>

Fonte: Ferraz e Belhot, 2010, p.429.

Em relação à estrutura, a taxonomia original foi concebida de maneira hierárquica e unidirecional, já a taxonomia revisada assume uma forma bidimensional onde uma das dimensões identifica a dimensão do conhecimento (ou o tipo de conhecimento a ser aprendido) (Quadro 11) e a outra identifica a dimensão do processo cognitivo (ou o processo utilizado para aprender) (Quadro 10). Quanto a ênfase, ela é agora colocada em seu uso como ferramenta para o currículo, planejamento e avaliação (FOREHAND, 2010).

**Quadro 11** - Mudanças na subcategoria conhecimento no domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom.

<b>Taxonomia original</b>		<b>Taxonomia Revisada</b>
Categoria 1.0 Conhecimento	Conhecimento específico	1.1 Conhecimento Efetivo: relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados.
	Conhecimento de formas, significado relacionado às especificidades do conteúdo	1.2 Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência
	Conhecimento universal e abstração relacionados a um determinado campo do conhecimento	1.3 Conhecimento Procedural: relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar
		1.4 Conhecimento Metacognitivo: relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.

Fonte: Ferraz e Belhot, 2010. p,428.

As relações entre as questões orientadoras de leitura elaboradas para os TDC 01 e 02 utilizados na pesquisa e os objetivos de aprendizagem dos alunos estão descritas no Quadro 12. Já os objetivos de aprendizagem relacionados à leitura dos textos 03, 04, 05, 06 e 07 estão presentes no Quadro 13.

**Quadro 12** - Objetivos de aprendizagem das questões orientadoras de leitura dos TDC 01 e 02.

	Questão	Objetivo
T e x t o  0 1	De acordo com o 1º parágrafo, como ocorre a determinação do sexo em seres humanos?	1. Interpretar as informações e inferir que a determinação do sexo na espécie humana é cromossômica.
	Que conceitos importantes estão presentes no 2º e 3º parágrafos?	2. Reconhecer os conceitos de célula somática, célula germinativa e de herança genética e explicá-los.
	Releia os parágrafos 3 e 4 e responda qual é a importância do cromossomo X?	3. Reconhecer que o cromossomo X é importante porque possui 5% do DNA das células femininas e 2,5% das masculinas e porque possui genes relacionados à várias doenças.
	O sexto parágrafo aborda um conceito importante em genética. Que conceito é este? Procure seu significado em um dicionário ou no livro didático.	4. Reconhecer o conceito de cariótipo e explicar seu significado.
	Releia os parágrafos 9 e 10 e responda por que o cromossomo X tem este nome.	5. Interpretar que o cromossomo X recebeu este nome por que era uma incógnita na época de seu descobrimento.
T e x t o  0 2	Identifique a ideia central dos parágrafos 1 e 2.	6. Reconhecer que o fumo também causa danos ao cromossomo Y relacionando com o conhecimento de que o hábito de fumar causa vários problemas de saúde.
	Como é determinado o sexo na espécie humana de acordo com o parágrafo 3?	7. Interpretar as informações e inferir que a determinação do sexo na espécie humana é cromossômica.
	Qual é o problema para quem tem o cromossomo Y danificado? Releia os parágrafos 4 e 5 para responder.	8. Reconhecer que o fumo causa mutações cromossômicas e reconhecer que sua ocorrência no cromossomo Y pode levar ao desenvolvimento de câncer.
	Como o fato do tabagismo ter consequências mais severas para homens do que para as mulheres é explicado nos parágrafos 7 e 8?	9. Reconhecer que apenas os homens tem o cromossomo Y interpretando como o motivo para o fumo ser mais prejudicial aos homens.
	Qual é a ideia central do nono parágrafo?	10. Interpretar e resumir a ideia central do texto.
	O parágrafo 11 fala sobre substâncias mutagênicas e carcinogênicas. Qual é o significado desses termos?	11. Resumir o significado de mutagênico e carcinogênico.
	Qual é a boa notícia revelada no último parágrafo do texto?	12. Reconhecer que quando param de fumar, os homens podem ter a perda do cromossomo Y revertida.

Fonte: Autoria própria.

**Quadro 13** - TDC 03, 04, 05, 06 e 07 e objetivos de aprendizagem.

TDC	Objetivo
03 “O legado de um monge invisível”	13. Interpretar e resumir a ideia central do texto.
04 “As outras Dollies”	14. Interpretar e resumir a ideia central do texto. 15. Analisar e avaliar o processo de clonagem.
05 “DNA de campeão?”	16. Interpretar e resumir a ideia central do texto.
06 “Salmão transgênico para alimentação humana”	17. Analisar e avaliar a produção de OGM.
07 “Ovos de galinha transgênica para doença rara”	18. Analisar e avaliar a produção de OGM.

Fonte: Autoria própria.

Na nova estrutura da Taxonomia de Bloom as dimensões conhecimento e processos cognitivos tem como estrutura uma tabela bidimensional denominada de Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (Quadro 14). Essa tabela deve ser utilizada com o intuito de melhorar a estruturação dos objetivos educacionais bem como de auxiliar os educadores no planejamento e escolha adequada de estratégias e tecnologias educacionais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

**Quadro 14** - Classificação dos objetivos de aprendizagem de acordo com o processo cognitivo na Taxonomia de Bloom revisada.

DIMENSÃO CONHECIMENTO	DIMENSÃO PROCESSO COGNITIVO					
	LEMBRAR	ENTENDER	APLICAR	ANALISAR	AVALIAR	CRIAR
EFETIVO/FACTUAL	Objetivo 1 Objetivo 2 Objetivo 3 Objetivo 4 Objetivo 6 Objetivo 8 Objetivo 9 Objetivo 12					
CONCEITUAL		Objetivo 1 Objetivo 2 Objetivo 4 Objetivo 5 Objetivo 7 Objetivo 9 Objetivo 10 Objetivo 11 Objetivo 13 Objetivo 14 Objetivo 16		Objetivo 15 Objetivo 17 Objetivo 18	Objetivo 15 Objetivo 17 Objetivo 18	
PROCEDURAL						
METACOGNITIVO				Objetivo 15 Objetivo 17 Objetivo 18	Objetivo 15 Objetivo 17 Objetivo 18	
	CONHECIMENTO		COMPETÊNCIA		HABILIDADE	

Fonte: Autoria própria.

Na coluna vertical está representada a dimensão conhecimento, e na linha horizontal está representado o processo cognitivo. Os objetivos (Quadros 12 e 13) são inseridos nas células formadas pelas intersecções das dimensões.

As categorias de abordagens CTS propostas por Aikenhead (1994), (Quadro 01), foram utilizadas para localizar os conteúdos CTS presentes na SD utilizada como mecanismo de intervenção pedagógica.

Os TDC selecionados para integrarem a SD foram incluídos dentro das categorias de abordagens CTS propostas por Ziman (1994) modificadas (Quadro 02), de acordo com a abordagem predominante em cada um (abordagem pela relevância, vocacional, transdisciplinar, histórica, filosófica, sociológica e problemática acrescidas da abordagem interdisciplinar identificada na pesquisa). As abordagens propostas por Santos, M. (2001) foram consideradas na classificação geral da intervenção.

As pesquisas participativas de intervenção surgem como um movimento frente às pesquisas científicas tradicionais, trazendo pressupostos vinculados à problematização das relações entre o investigador e o que é investigado, entre sujeito e objeto, teoria e prática. A pesquisa-intervenção se caracteriza por uma intervenção psicossociológica em nível de transformação institucional (ROCHA, 2006).

Em pesquisas de intervenção pedagógica, procura-se fazer investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências a fim de melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam, seguido pela avaliação da interferência (DAMIANI et al., 2013).

A Escola X onde foi realizada a intervenção, caracteriza-se, como muitas outras escolas públicas, por dificuldades de infraestrutura e por número de funcionários capacitados insuficientes de acordo com suas demandas. Por sua localização é comum a convivência com a pobreza e a violência das ruas.

Seus alunos são muitas vezes discriminados por moradores de outros bairros devido a localização de suas moradias e escola. Entretanto, a qualidade de ensino é tão boa ou tão ruim quanto a qualidade das demais escolas estaduais do município. Fato que pode ser observado pelos resultados das avaliações externas.

A SD como instrumento de intervenção possibilitou a verificação da eficiência da metodologia adotada em relação aos objetivos de aprendizagem.

O uso da Taxonomia do processo cognitivo de Bloom-revisada permitiu a organização dos objetivos de aprendizagem de acordo com o grau de desenvolvimento cognitivo necessário para os alcançar.

Por fim, a análise do conteúdo CTS do estudo complementou a avaliação da intervenção realizada.

## CAPÍTULO 3 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Apresentação da Sequência Didática

As características gerais da SD elaborada são descritas a seguir.

Conteúdos e Temas: Características hereditárias; leis de Mendel; cromossomos sexuais e herança ligada ao sexo; tecnologias de manipulação do DNA clonagem e transgenia; riscos e benefícios da utilização dos organismos transgênicos; mutação e genoma.

Objetivos: desenvolver a capacidade leitora; motivar os alunos para a aquisição de novos conhecimentos científicos; identificar e diferenciar características genéticas e hereditárias de características adquiridas; reconhecer a importância dos experimentos de Gregor Mendel com ervilhas para a Genética; reconhecer as leis de Mendel; identificar e caracterizar o mecanismo na determinação do sexo na espécie humana; identificar e caracterizar o mecanismo de transmissão de herança ligada ao sexo; analisar e construir argumentos relativos à clonagem de mamíferos; analisar e construir argumentos em relação à produção de OGM; elaborar, analisar e criticar argumentos sobre QSC.

Estratégias didáticas: Leitura e análise de textos de divulgação científica, discussão em grande grupo e debate.

Recursos: Cópias de TDC previamente selecionados.

Avaliação: Análise das questões de verificação de leitura e conceitos genéticos aprendidos; questionário diagnóstico.

Duração: 06 aulas de cinquenta minutos.

#### **Aulas 01 e 02**

Levantamento de conhecimentos prévios por meio da aplicação de questionário diagnóstico; leitura e análise do TDC 01 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?”.

Ao início da 1ª aula a professora explicou aos alunos que iniciariam uma sequência de atividades relacionadas a temas da área de Genética a fim de desenvolver a habilidade de interpretação de textos e de promover a consolidação da aprendizagem de conteúdos já estudados, tais como leis de Mendel, características hereditárias e adquiridas, manipulação gênica entre outros.

Continuando a apresentação disse que, com o intuito de variar o uso de materiais didáticos, em vez de utilizarem o caderno do aluno (apostila fornecida pelo governo do Estado

de São Paulo) e o livro didático (livro fornecido pelo PNLD – Programa Nacional do Livro Didático- do governo federal), utilizariam cópias de textos oriundos de revistas de DC consideradas fontes confiáveis de informação, a Revista Ciência Hoje e a Revista Pesquisa FAPESP.

Concluiu com a explicitação de que seria feita uma avaliação da SD identificando seus pontos positivos e negativos a fim de validá-la como prática de ensino estudada no projeto de pesquisa de mestrado profissional intitulado “*O uso de textos de divulgação científica em aulas de genética na educação básica*”.

Os alunos demonstraram empolgação pelo uso de um recurso diferente e por poderem contribuir com uma pesquisa científica. Tal fato pode ser notado pela aplicação dos estudantes nas respostas ao questionário diagnóstico.

Embora muitos alunos não tenham conseguido responder as 12 questões diagnósticas, pois a única fonte de informação era seus próprios conhecimentos, todos se esforçaram para responder pelo menos uma delas.

Após a devolução dos questionários, os 22 alunos presentes receberam cópias do TDC 01 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?” e antes do início da leitura responderam oralmente sobre qual era o assunto do texto analisando apenas seu título. Em seguida, iniciaram a leitura de forma individual e integral.

Como os estudantes demoraram para responder as questões orientadoras de leitura não houve tempo para uma discussão final em grande grupo apesar da SD ter sido elaborada de forma que o ensino da leitura ocorresse em todas as etapas de sua realização, conforme defendido por Solé (1998), ressaltando-se o ensino de estratégias de leitura: 1) antes: predições iniciais sobre o texto e objetivos de leitura; 2) durante: levantamento de questões e controle da compreensão e; 3) depois: construção da ideia principal e resumo textual.

Nesse caso, o tempo estimado para o desenvolvimento de cada atividade foi insuficiente devido às dificuldades de interpretação e principalmente de concentração dos estudantes, pois a turma era bastante barulhenta se caracterizando por muitas conversas paralelas durante a realização de atividades.

Ao final das aulas 01 e 02 os alunos receberam as orientações para realização da lição de casa: leitura e análise do TDC 02 “*Fumantes: cromossomo sexual em risco*”.

### Aulas 03 e 04

Entrega das questões de interpretação do TDC 02; leitura e análise dos TDC 03 *“O legado de um monge invisível”* e 04 *“As outras Dollies”*; discussão sobre clonagem.

Após o recolhimento da lição de casa referente ao TDC 02, cada aluno presente (18) recebeu uma cópia dos TDC 03 e 04. Antes da leitura os alunos identificaram o assunto dos textos a partir de seus títulos. Seguiu-se a leitura individual e integral dos textos. Ao final, os estudantes identificaram a (as) ideia (as) central (ais) de cada um, sintetizando-as numa produção escrita.

A sala foi então organizada de forma que as cadeiras ficassem dispostas em círculo para a discussão do tema clonagem. Como mediadora, a professora fez questões que estimulasse a fala dos alunos: O que são clones? Vocês veem ou leem notícias sobre clonagem nos meios de comunicação? O que essas notícias falam? Existem clones naturais? Como clones podem ser produzidos? Por que existe tanta polêmica sobre o assunto? As técnicas de clonagem desenvolvidas pela Ciência trazem benefícios ou malefícios para a sociedade?

Aos poucos os estudantes foram perdendo a timidez e trouxeram seus conhecimentos para a discussão, esta não foi sistematizada porque a SD proposta não previu o tempo necessário para que ela ocorresse.

Segundo Reis (2004) a discussão de QSC na sala de aula além de suscitar o interesse dos alunos, promove a construção de conhecimentos científicos, a compreensão do papel da ciência na sociedade e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico e de resolução de problemas. Dessa forma, a preparação dos alunos para responder as QSC é essencial para que ocorra a alfabetização científica da população.

Dillon<sup>5</sup>, citado por Reis (2004, p.52) considera a discussão uma forma de interação em grupo na qual os membros se juntam para abordar uma questão do interesse comum, algo que necessitam compreender, apreciar ou decidir. Durante a discussão as pessoas refletem sobre uma questão, apresentam e examinam diferentes propostas a fim de construir uma resposta que satisfaça a maioria.

Como lição de casa os alunos deveriam responder a questões de compreensão do TDC 05 *“DNA de campeão?”*. Além realizar uma pesquisa sobre a produção e o uso de OGM, seus riscos e benefícios em sites da internet.

---

<sup>5</sup> DILLON, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.

## Aula 05

Leitura e análise dos TDC 06 “Salmão transgênico para alimentação humana” e 07 “Ovos de galinha transgênica para doença rara”.

A leitura dos TDC 06 e 07 serviu de motivação para o início da discussão e debate sobre os riscos e os benefícios para as populações humanas da produção e uso de OGM na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos, entre outros.

Dessa vez, a turma de 18 alunos foi dividida em dois grupos que se dispuseram em lados opostos da sala de aula, o primeiro apresentou argumentos favoráveis à produção de OGM e o segundo, argumentos desfavoráveis.

Segundo Dillon<sup>6</sup>, citado por Reis (2004, p.52-53) existem diferenças significativas entre os termos conversa, discussão e debate: na conversa não existe um objetivo definido, qualquer pessoa pode falar sobre o que desejar o quanto quiser; a discussão possui um objetivo bem definido e concentra-se num tópico específico; já o debate é mais constante e prolongado requerendo mais esforço que a conversa, difere da discussão porque envolve a apresentação e a defesa de opiniões previamente formadas e termina com a vitória de um dos lados ou com um impasse entre os grupos envolvidos.

Para realização do debate, os estudantes deveriam retomar as informações sobre OGM pesquisadas na lição de casa anterior, a fim de formar uma opinião prévia e articular argumentos para a defesa dessa opinião. No entanto, por causa do tempo decorrido entre as atividades pesquisa-debate, o último não foi bem-sucedido devido à carência de argumentação fundamentada por parte dos grupos pró e contra os OGM. Muitos alunos não têm o costume de realizar tarefas de casa, o que prejudica o desenvolvimento de atividades cujo tempo de realização ultrapassa o tempo das aulas.

Há, portanto, a necessidade de adequação dessa SD com a inclusão de uma aula de pesquisa sobre OGM anterior à realização do debate, sendo que os TDC 06 e 07 podem funcionar como motivadores para realização dessa pesquisa.

## Aula 06

Esta aula consistiu na avaliação da SD por meio de uma nova aplicação do questionário diagnóstico e apenas 08 alunos o responderam. Essa baixa adesão a atividade pode ser atribuída ao fato dos estudantes terem sido informados que se tratava de uma avaliação diagnóstica. Ao seu ver, esse tipo de avaliação “não vale nota” e por isso não é interessante

---

<sup>6</sup> DILLON, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.

realizá-la. Parte dos alunos aproveitaram esse tempo disponível para utilizar o celular, conversar ou desenvolver atividades de outras disciplinas.

Atitudes como essas desestimulam o trabalho docente deixando os professores tão desmotivados quanto os alunos e ambos não querem estar onde estão e não gostam do que fazem ali.

Uma síntese da participação dos integrantes da pesquisa em cada atividade desenvolvida ao longo da SD está expressa na tabela abaixo (Tabela 03).

**Tabela 03** – Atividades da DS e número de alunos participantes.

Sequência Didática	Número de alunos presentes na aula	Número de alunos que realizaram as atividades
<b>Aulas 01 e 02.</b> Aplicação de questionário diagnóstico. Leitura e análise TDC 01 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?”	22*	22
Lição de casa: Leitura e análise do TDC 02: “Fumantes; cromossomo sexual em risco.	22	08
<b>Aulas 03 e 04.</b> Leitura e análise dos TDC 03 “O legado de um monge invisível” e 04 “As outras Dollies”. Discussão sobre clonagem.	18*	18
Lição de casa: Leitura e análise do TDC 05 “DNA de campeão?”; Pesquisa sobre OGM.	18	0
<b>Aula 05.</b> Leitura e análise dos TDC 06 “Salmão transgênico para alimentação humana” e 07 “Ovos de galinha transgênica para doença rara”. Debate sobre OGM.	18	18
<b>Aula 06.</b> Avaliação. Reaplicação do questionário diagnóstico.	18	08

Fonte: Própria autora.

\*Um dos participantes era portador de deficiência intelectual e suas produções escritas não foram avaliadas.

É importante destacar que os alunos participantes das aulas 01 e 02 não são necessariamente os mesmos alunos participantes das aulas 03 e 04. O mesmo se aplica às aulas 05 e 06.

Comparando os dados da tabela 03 percebemos que o empenho na realização das atividades em sala de aula é consideravelmente maior que o empenho dedicado à realização das tarefas de casa e avaliações. Por que essa diferença tão expressiva?

Compartilho com vocês algumas suposições capazes de explicar essa peculiaridade, suposições essas embasadas no conhecimento do contexto de vida desses alunos.

A prática da lição de casa, é pouco frequente porque: a) esses jovens não possuem um local adequado em sua residência para realizar seus estudos; b) por serem alunos

do EM não recebem incentivo e supervisão dos pais na realização das tarefas; c) procuram outras ocupações (TV, computador, jogos, unhas, cabelo e maquiagem, produção de vídeos para a internet, dormir) consideradas mais prazerosas do que estudar; d) são menores aprendizes e trabalham no período oposto ao das aulas; e) realizam cursos técnicos no contra- período e dão prioridade às tarefas desses cursos; f) fora da escola passam seu tempo comercializando e/ou consumindo entorpecentes; g) creem que a atividade da tarefa seja irrelevante para sua vida; h) esquecem de realizar a tarefa devido à falta de organização; i) não compreensão da tarefa; j) tem preguiça.

Já em relação às avaliações, independentemente de seu caráter, não há preocupação e dedicação em sua realização porque os estudantes sabem que mesmo se não atingirem a nota mínima requerida, eles serão promovidos para o ano seguinte. Embora a progressão continuada, de acordo com resolução da SEE-SP, deva ocorrer apenas no EF, na prática, ela se estende ao EM.

### 3.2 Análise do tipo de abordagem CTS presente na Sequência Didática

Para identificar o conteúdo CTS presente na sequência didática deste trabalho utilizamos as categorias de conteúdo CTS destacadas por Aikenhead (1994), a mesma se enquadrou na categoria 1, conteúdo CTS como elemento de motivação, caracterizada pelo ensino do conteúdo tradicional de ciências acrescido do conteúdo CTS a fim de tornar as aulas mais interessantes. Essa categoria corresponde a 0% de avaliação em conteúdo CTS.

Segundo Santos e Mortimer (2002), um curso classificado nessa categoria talvez nem pudesse ser considerado CTS, dado o baixo status atribuído ao conteúdo CTS. No entanto, por se tratar de uma SD e não de um curso propriamente dito, e também pela pouca familiaridade e experiência dos professores e dos alunos da escola pública com materiais CTS, inclusive de sua elaboração por parte dos docentes, a produção de recursos didáticos com uma introdução lenta desses conteúdos é bastante compreensível e válida. Assim, consideramos a SD produzida como sendo CTS mesmo que seus conteúdos sirvam somente para motivação dos alunos.

Ainda, de acordo com Aikenhead (2002) a variação dos cursos CTS entre diferentes abordagens refletem apenas diferenças no equilíbrio de objetivos similares, ou seja, esses cursos têm objetivos semelhantes, mas dão diferentes prioridades para cada objetivo em particular.

A inserção do enfoque CTS na prática de ensino de Biologia deste trabalho foi promovida pela utilização de TDC. Os TDC integrantes da SD foram analisados a partir das abordagens CTS propostas por Ziman (1994): relevância, vocacional, transdisciplinar, histórica, filosófica, sociológica e problemática acrescidas da abordagem interdisciplinar identificada na pesquisa. Cada TDC foi classificado de acordo com sua abordagem predominante.

No TDC 01 *“Por que o cromossomo X recebeu esse nome?”* identificamos uma abordagem histórica, uma vez que traz o tempo das descobertas da ciência. Entretanto, ele não apresenta um contexto de mudança histórico-social nem evidencia as qualidades sociais das descobertas científicas e tecnológicas característicos dessa abordagem. A seguir destacamos trechos do TDC que nos permitiu tal classificação:

*“Foram necessários muitos anos para que os cientistas aprendessem o que sabemos a respeito dos cromossomos. Até meados de 1955, inclusive, os biólogos descreviam os seres humanos como donos de 48 cromossomos (tal qual os macacos), em vez dos 46 que hoje observamos facilmente.”*

*“E aqui está a resposta: foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato! Um legado da álgebra, onde o símbolo ‘X’ representa até hoje um valor desconhecido, uma incógnita.”*

*“Tempos depois, cientistas decifriam ainda um novo mecanismo de determinação sexual, comum em alguns répteis, aves e mesmo insetos, no qual encontrariam dois novos tipos de cromossomos sexuais.”*

No TDC 02 *“Fumantes: cromossomo sexual em risco”* percebemos uma abordagem problemática já que destaca os riscos à saúde humana, causados pelo fumo, comprovados pela comunidade científica. Esse tipo de abordagem traz a discussão de grandes questões sociais da atualidade com base científica e pode ser percebida nas frases destacadas abaixo:

*“A comunidade científica já desconfiava, mas agora parece haver sólidas evidências: o hábito de fumar é mais prejudicial para homens.”*

*“O cigarro danifica o cromossomo Y das células sanguíneas masculinas, aumentando o risco de desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer.”*

*“E aqui vem a novidade: nas células sanguíneas de fumantes, cientistas notaram a ausência do cromossomo Y – ou, em muitos casos, que esse cromossomo sofrera processos severos de mutação.”*

*“E qual é, afinal, o problema para quem tem esse material genético danificado? Danos ao cromossomo Y, segundo os autores do estudo, estão muito provavelmente associados ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina.”*

Ainda no TDC 02 podemos vislumbrar uma abordagem sociológica, pois o autor valida as informações presentes no texto com declarações de pesquisadores pertencentes a instituições sociais (Universidade de Uppsala e Universidade Federal de Mato Grosso).

No TDC 03, *“O legado de um monge invisível*, a abordagem predominante também é a histórica sem a apresentação de um contexto de mudança histórico-social, tal qual no TDC 01. Tais características podem ser evidenciadas pelos excertos:

*“Há 150 anos, em 1866, foi publicado um trabalho que ficou conhecido como a base da genética: “Experimentos em hibridização de plantas”, de Gregor Johann Mendel.”*

*“Além disso, um outro assunto dominava a cena naquele mesmo momento – Charles Darwin publicara seu Origem das espécies poucos anos antes, em 1859.”*

*“Apenas na virada para o século XX, os botânicos europeus Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermak-Seysenegg se aproximaram dos mesmos resultados e descobriram o estudo publicado mais de três décadas antes.”*

*“O zoólogo William Bateson se encarregou de difundir o trabalho e dar crédito a seu autor, providenciando a publicação do texto traduzido para o inglês, em 1901, na revista Journal of the Royal Horticultural Society. Foi aí que, de fato, nasceu a genética.”*

No TDC 04 *“As outras Dolies”* predomina a abordagem pela relevância, que consiste na compreensão da Ciência por meio de suas aplicações tecnológicas bem-sucedidas. Neste caso, a técnica de clonagem de mamíferos é apresentada como uma experiência que deu certo mostrando a relevância da Ciência no dia-a-dia. A seguir, mostramos exemplos de fragmentos do texto que expressam essa interpretação.

*“Gêmeas idênticas do primeiro mamífero clonado, a ovelha Dolly, não apresentam sinais de envelhecimento precoce.”*

*“As quatro ovelhas com ‘D’ – clonadas a partir da mesma ovelha adulta da qual foi clonada Dolly – estão em uma fazenda da Universidade de Nottingham (Reino Unido), onde vivem 13 desses animais, todos clonados.”*

*“A técnica segue dificultosa. No caso de Dolly, foram feitas 277 fusões (núcleo mais óvulo), obtidos 29 embriões, mas só um chegou a termo.”*

O TDC 05 *“DNA de campeão”* foi considerado como uma abordagem interdisciplinar, na qual a problemática é exposta por diferentes áreas do conhecimento, biologia molecular, medicina, educação física, genética do exercício:

*“Cruzando as informações sobre os polimorfismos presentes em quatro genes (ACTN3, ECA, AGT e BDKRB2), a equipe do biólogo molecular João Bosco Pesquero, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e coordenador do projeto Atletas do Futuro, criou a primeira versão nacional de um índice genético que sinalizaria qual é o ponto forte de um atleta.”*

*“Replicar esses trabalhos é sempre difícil”, afirma o médico Masashi Tanaka, do Hospital Geriátrico Metropolitano de Tóquio, estudioso da ligação dos genes com a prática de esportes.”*

*“Allun Williams, especialista em esporte e genômica do exercício da Universidade Metropolitana de Manchester (Reino Unido), pensa de modo semelhante. “Muitos resultados que associam variantes de genes ao desempenho esportivo são provavelmente ‘falsos positivos’ e de difícil interpretação”, afirma Williams.”*

*“A genética é muito importante, mas não se pode esquecer os fatores ambientais e a parte psicológica do atleta”, afirma o médico Victor Matsudo, coordenador científico do Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (Celafiscs).”*

Por fim, nos TDC 06 “Salmão transgênico para alimentação humana” e 07 “Ovos de galinha transgênica para doença rara”, foi identificada uma abordagem sociológica na qual a C&T são apresentadas por instituições sociais, a Food and Drug Administration (FDA) e a empresa AquaBounty Technologies. Fragmentos dos textos 06 e 07 que exemplificam essa classificação são apresentados respectivamente:

*“...a FDA afirma ser o salmão geneticamente modificado tão seguro e nutritivo como o tradicional. A engenharia genética para tornar o salmão mais produtivo utilizou dois genes de dois outros peixes.”*

*“O medicamento ganhou da FDA a designação de terapia única, o que significa incentivos fiscais e isenções de impostos.”*

Os TDC selecionados para compor a SD apresentam, portanto, uma diversidade de vertentes apresentadas nos estudos de cursos e programas CTS, permitindo uma ampla inserção de conteúdos CTS nas aulas.

De uma forma geral, tanto a SD quanto os TDC estudados podem ser considerados por meio de uma perspectiva CTS que utilizam a abordagem **CTS**, proposta por Santos, M. (2001), na qual a ciência é a primeira referência para a renovação dos conteúdos científicos que já estão no currículo. Nessa abordagem, o currículo continua a reafirmar a importância dos conhecimentos científicos, mas acrescenta a eles materiais que evidenciam a

relevância da Ciência para a tecnologia e para a sociedade substituindo questões tradicionais por questões atuais.

### 3.3 Análise do desenvolvimento da habilidade leitora

As questões orientadoras de leitura do texto 01 e do texto 02 exigiam as habilidades de localizar itens de informação explícita ao longo do texto ou a habilidade de inferir informações implícitas em um texto.

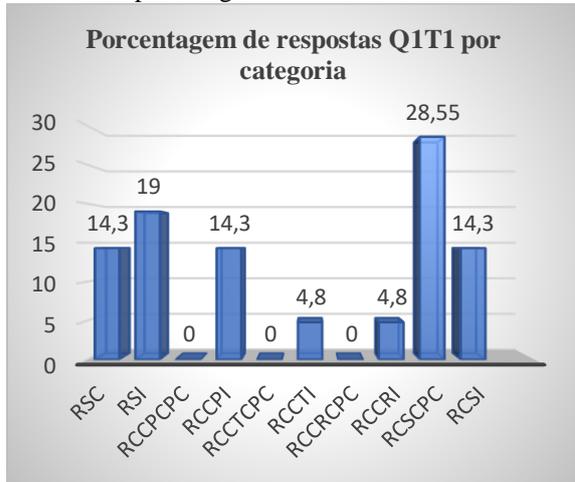
A partir da análise da relação das respostas dadas a essas questões com as informações presentes no parágrafo do texto estudado, se a resposta consistia na cópia de trechos do texto ou se a resposta respondia ou não corretamente a questão, foram identificadas 10 categorias de respostas a saber:

- 1- RSRC= resposta sem relação com o texto correta;
- 2- RSRI = resposta sem relação com o texto incorreta;
- 3- RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta;
- 4- RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta;
- 5- RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta;
- 6- RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta;
- 7- RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta;
- 8- RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta;
- 9- RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta;
- 10- RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

A partir das porcentagens das respostas incluídas em cada categoria (Quadros 15 a 28 do APÊNDICE B) foram construídos os gráficos de 01 a 14 que serão discutidos a seguir.

Os gráficos de 01 a 06 referem-se as respostas das questões do TDC 01, as quais foram escritas em sala de aula, somando 22 no total.

**Gráfico 01-** Porcentagem de respostas à questão 01 do TDC 01 por categoria de análise.

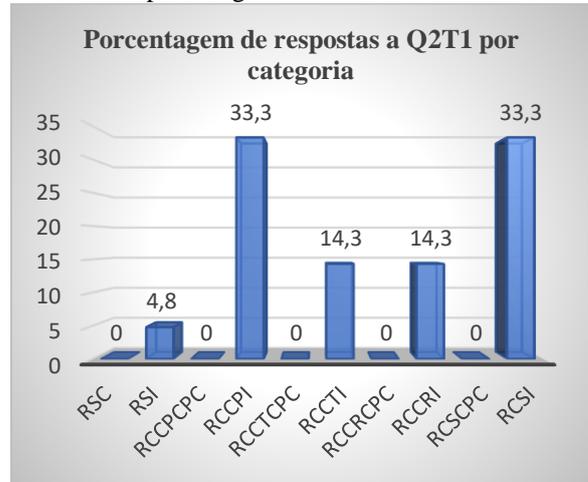


Fonte: Autoria própria.

Questão: “Como ocorre a determinação do sexo em seres humanos?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

**Gráfico 02-** Porcentagem de respostas à questão 02 do TDC 01 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão: “Quais conceitos estão presentes no 2º e 3º parágrafos?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

Na questão “Como ocorre a determinação do sexo em seres humanos? os alunos deveriam inferir, a partir das informações presentes no primeiro parágrafo do texto, que a determinação do sexo na espécie humana é cromossômica. Podemos observar no gráfico 01 que apenas 28,55% (categoria RCSCPC) das respostas continham relações com o 1º parágrafo e puderam ser consideradas corretas. As respostas da categoria RSC embora consideradas corretas não estavam relacionadas às informações do 1º parágrafo.

Quando somamos as categorias RSC e RSI percebemos que 33,3% das respostas não se relacionam com informações presentes no texto, indicando uma possível falta de atenção por parte dos alunos em relação ao que lhes era perguntado.

A seguir destacamos exemplos de respostas à essa questão para cada categoria de resposta elencada (vide APÊNDICE B Quadro 15):

*“O homem contém os cromossomos XY e a mulher XX” (RSC).*

*“Com a determinação dos cromossomos em animais, a mulher XY e o homem XO” (RSI).*

*“São divididos em duas partes de dois sistemas de determinação de sexo, que chamamos de XY e XO” (RCCPI).*

*“Cromossomos chamados de xis quase sempre estão em pauta. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo que chamamos de XY e XO” (RCCTI).*

*“A determinação do sexo em seres humanos, ocorre com a utilização de cromossomos. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo, chamados XY e XO”. Este é o sistema cromossômico” (RCCRI).*

*“A determinação do sexo nos seres humanos ocorre de acordo com os cromossomos XY e XO” (RCSCPC).*

*“A determinação do sexo em seres humanos é definida por X (sistemas XY e XO)” (RCSI).*

Verificamos por meio da análise das respostas à essa questão, uma certa dificuldade desses alunos em realizar inferências. Habilidade que precisa ser adquirida uma vez que, de acordo com Cunha, Oliveira e Capellini (2010), as inferências são fundamentais devido ao seu altíssimo valor adaptativo para predizer condutas, para entender a realidade e para compreender mensagens abstratas.

De acordo com Oakhill e Yuill<sup>7</sup>, citados por Cunha, Oliveira e Capellini (2010, p.228) as dificuldades em fazer inferências podem estar relacionadas com a falta de conhecimento geral para fazê-las; o leitor achar que a inferência é legítima, mas ter dificuldade em acessar o conhecimento relevante e integrá-lo ao texto por limitação de capacidade; ou ainda não se dar conta da necessidade de inferir ou mesmo que é permitido fazê-lo.

Nesse caso, a falta de conhecimento geral para se fazer uma inferência pode ter sido determinante. Segundo Trevisan (1991), o conhecimento prévio do leitor é essencial para o processo de compreensão. Diante dos estímulos fornecidos pelo texto, esse conhecimento é ativado, possibilitando a compreensão e a construção da coerência. Ou seja, a informação conhecida serve como suporte para a realização de inferências em busca de sentido para a informação desconhecida.

---

<sup>7</sup> OAKHILL, J. R.; YUILL, N. Higher order factors in comprehension disability. Processes and remediation. In: CORNOLDI, C.; OAKHILL, J. R. (Orgs.) Reading difficulties: Processes and intervention. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1996, p. 69-92.

Dessa forma, podemos supor que esses alunos carecessem de conhecimentos prévios sobre a determinação cromossômica do sexo em seres humanos, o que dificultou suas compreensões.

A questão 02 do TDC 01 “Quais conceitos estão presentes no 2º e 3º parágrafos?” exigia o reconhecimento dos conceitos implícitos de células somáticas, células germinativas e herança do cromossomo X. Nenhum aluno conseguiu identificá-los (gráfico 02), revelando novamente suas dificuldades em fazer inferências ou o desconhecimento do que significa o termo conceito.

No entanto, a porcentagem de respostas com informações não presentes no texto reduziu consideravelmente quando comparados à 1ª questão, passou de 33,3% a 4,8%.

Para Sanchez (2000), há seis problemas relacionados às dificuldades de compreensão: 1) desconhecimento do significado de uma palavra relevante no texto; 2) perda de continuidade e reflexão entre as ideias (microestrutura do texto); 3) não se sabe o que o texto quer dizer, há a impossibilidade de construção da macroestrutura do texto; 4) a não percepção do texto como um todo; 5) dificuldade para compreender e reconhecer o que já sabe e conectar com que o texto propõe; 6) incerteza de haver compreendido.

Nesse caso acreditamos que houve uma dificuldade para compreender e reconhecer o que já se sabia e conectar com o que o texto propunha. O que podemos observar nos seguintes exemplos de respostas (vide APÊNDICE B Quadro 16):

*“O ser humano é formado por 23 pares de cromossomos, é o último par que dá a composição da formação do órgão reprodutor, ou seja, as mulheres possuem XX e os homens XY, onde da sua origem sexual” (RSI).*

*“Os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas” (RCCPI)*

*“Nas mulheres, eles se encontram aos pares, em dose dupla, enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis. Falando em herança tanto os homens quanto as mulheres mantêm um dos cromossomos xis de sua mãe sendo que as mulheres recebem o segundo X do pai” (RCCTI).*

**Gráfico 03-** Porcentagem de respostas à questão 03 do TDC 01 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão 3: “Qual é a importância do cromossomo X?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

**Gráfico 04-** Porcentagem de respostas à questão 04 do TDC 01 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão 4 : “Qual conceito é abordado no sexto parágrafo?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

Em relação à questão 3 do TDC 01 “Qual é a importância do cromossomo X?”, a informação se encontrava explícita no 4º e 5º parágrafos do texto, nos surpreendendo o fato de 19,04% das respostas (gráfico 03) não terem relação com o texto. Alguns exemplos desse tipo são destacados abaixo, sendo que outros se encontram no Quadro 17 (APÊNDICE B).

*“Ele possui genes e uma série de doenças.” (RSI)*

*“Ele possui genes com uma série de doenças” (RSI)*

*“É importante pois esse cromossomo começa genes que são capazes de entender uma série de doenças” (RSI)*

No ano de ensino que os alunos se encontravam (2ºEM) era esperado que fossem capazes de localizar informações explícitas em crônicas, fábulas, artigos de opinião e crônicas, bem como inferir tema e ideia principal em notícias, crônicas e poemas (INEP, 2016).

Considerando as categorias de respostas RSI (19,04%), RCCRI (4,8%) e RCSI (23,77%) percebemos que quase metade (47,61%) dos alunos não reconheceram informações explícitas nesse caso. Tal dificuldade pode ser atribuída, segundo Sanchez (2000), à perda de continuidade e reflexão entre as ideias do texto ou até mesmo ao analfabetismo funcional.

Na Prova Brasil de 2015 (INEP, 2016), 53,88% dos alunos do 9º ano da Escola X estavam inseridos abaixo do nível 3 de proficiência, o que significa que possuíam dificuldades em reconhecer informações explícitas e fazer inferências simples. Nossas observações revelam a permanência dessa deficiência ao longo dos anos do EM.

O gráfico 04 nos mostra que 71,5 % das respostas mantinham relação com o texto, não consistiram em cópia de trechos do mesmo e puderam ser consideradas corretas ou parcialmente corretas.

Como a questão exigia o reconhecimento do conceito implícito de cariótipo, tal resultado nos leva a crer que os conhecimentos prévios dos alunos em relação a esse assunto eram mais expressivos, o que pode ser explicado pela realização da montagem de um idiograma em uma atividade realizada no bimestre anterior.

Ainda me surpreende que 14,2% das respostas não tenha relação com o TDC estudado. Embora seja uma pequena parcela, não deixa de ser representativa à professora, que necessitará utilizar outras estratégias de leitura em uma maior frequência para atingir esse público.

Algumas respostas à questão 04 do TDC 01 “Qual conceito é abordado no sexto parágrafo?” são exemplificadas a seguir. Todas as respostas estão disponíveis para consulta no Quadro 18 do APÊNCICE B.

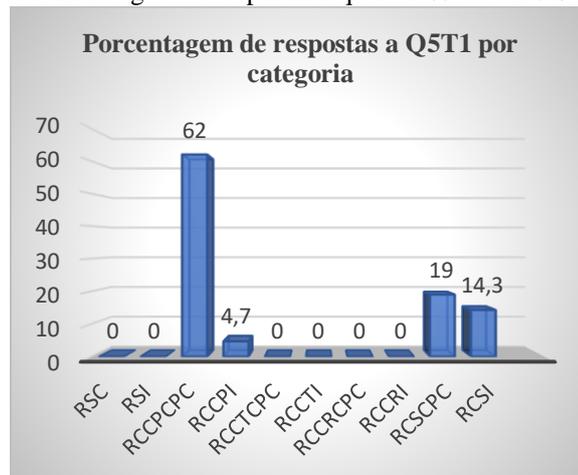
*“Cariótipo é o conjunto de características dos cromossomos de um indivíduo ou de uma célula” (RCSCPC).*

*“Cariótipo é o conjunto de cromossomos cujas características são próprias de uma espécie ou de seus gametas” (RCSCPC).*

*“Cariótipo é o conjunto de cromossomos que determina várias doenças” (RCSI).*

*“Genética- ciências naturais, ramo da biologia que estuda as leis de transmissão das características hereditárias nos indivíduos” (RSI).*

*“A maioria dos professores de biologia e seus estudantes sabe de tudo isso do mesmo modo que sabem montar belos cariótipos a partir de fotos de metáfases” (RCCPI).*

**Gráfico 05** - Porcentagem de respostas à questão 05 do TDC 01 por categoria de análise.

Fonte: Autoria própria.

Questão 05: “Por que o cromossomo X tem esse nome?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

A resposta à questão 05 do TDC 01 “Por que o cromossomo X tem esse nome?” exigia a capacidade de reconhecimento de informações explícitas no 9º e nos 10º parágrafos do texto. A partir do gráfico 05 notamos que cerca de 80% das respostas (soma das categorias RCCPCPC e RCSCPC) continham tais informações. Assim, podemos supor que a maioria dos alunos não tiveram dificuldades de compreensão nesse caso. Diferentemente de questão 03 do TDC 01 que também exigia o reconhecimento de informações explícitas.

Creio que o grau de atenção e de raciocínio dos alunos variem consideravelmente durante a realização de uma simples atividade, o que pode explicar as diferenças descritas acima.

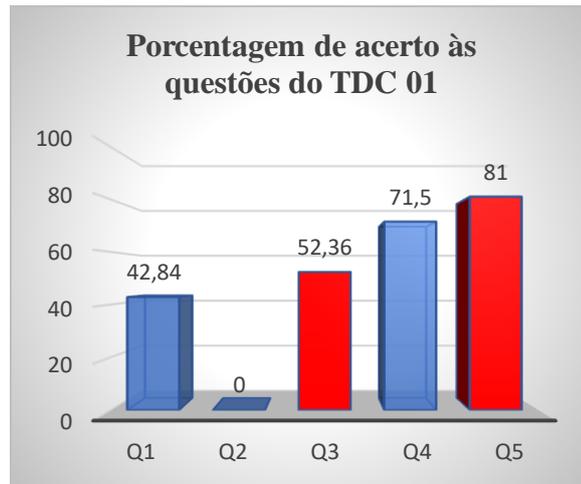
Notamos também que as categorias de respostas não relacionadas ao texto (RSC e RSI) desaparecem pela primeira vez dos dados.

Alguns exemplos de respostas consideradas incorretas estão aqui expressos, outras respostas podem ser consultadas no Quadro 19 do APÊNDICE B.

*“Por causa da estranheza da sua natureza” (RCSI).*

*“Porque eles representam uma incógnita, que no final terá o resultado de um nascimento de uma criança macho ou fêmea” (RCSI).*

No gráfico 06 fazemos uma comparação entre as porcentagens de acerto às questões discutidas anteriormente.

**Gráfico 06-** Porcentagem de acerto das questões orientadoras de leitura do TDC 01.

Fonte: Autoria própria.

As colunas azuis representam respostas as questões que exigiam o reconhecimento de informações implícitas no texto. As colunas vermelhas indicam respostas a questões que exigiam o reconhecimento de informações explícitas no texto.

Considerando que, conforme Ferreira e Dias 2004, é o processo inferencial o processo cognitivo que permite ao leitor atribuir coerência ao texto, imprimindo nele sua interpretação. Que é a partir dele que o estabelecimento da relação entre as partes do texto e entre estas e o contexto se torna possível, fazendo dele uma unidade aberta de sentido, e reconhecendo as inferências como o núcleo da compreensão humana, identificamos uma deficiência no desenvolvimento desse processo pelos alunos da Escola X.

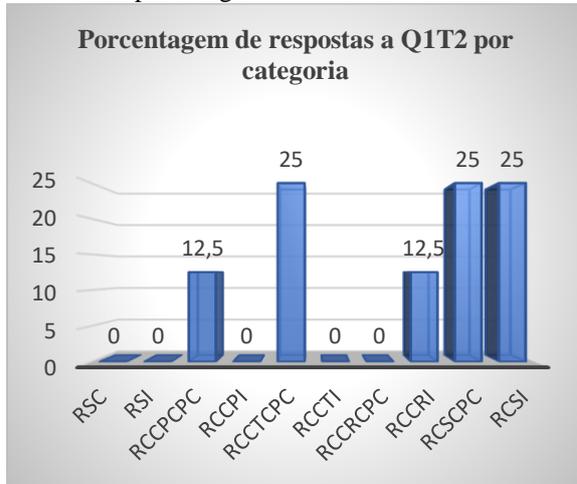
Resultado já esperado diante dos índices divulgados pelo SARESP, 2015 (SEE-SP, 2016), onde 29,1% dos alunos do 9º ano EF possuíam conhecimentos abaixo do básico em LP e 27,5% dos alunos do 3º ano do EM se encontravam em situação semelhante.

Tal deficiência na realização de inferências pode ser explicada pelos motivos já expostos anteriormente, bem como pela falta de conhecimento geral para fazê-las, o leitor achar que a inferência é legítima, mas ter dificuldade em acessar o conhecimento relevante e integrá-lo ao texto por limitação de capacidade, ou ainda não se dar conta da necessidade de inferir ou mesmo que é permitido fazê-lo.

A pouca leitura realizada pelos jovens e adultos ao longo da educação básica e da vida como um todo, fecha esse cenário preocupante. Onde temos que formar cidadãos crítico-reflexivos diante de uma cultura do não pensar, do não raciocinar, do apenas copiar.

Os gráficos de 07 a 13 foram construídos com base nas respostas as questões do TDC 02, por se tratar de uma atividade para casa, contamos com apenas 08 respostas.

**Gráfico 07-** Porcentagem de respostas à questão 01 do TDC 02 por categoria de análise.

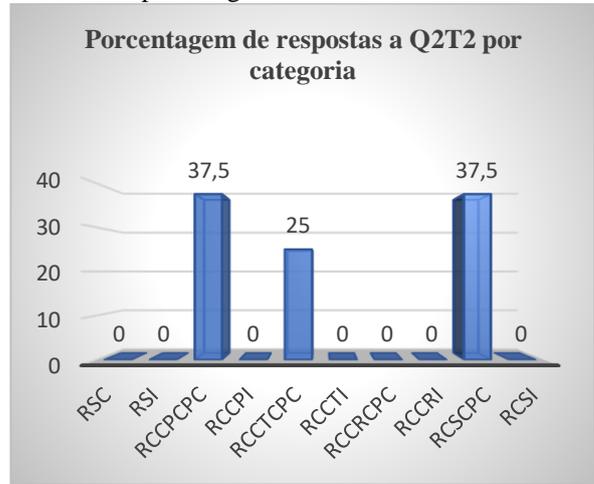


Fonte: Autoria própria.

Questão 01: Ideia central dos parágrafos 1 e 2.

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

**Gráfico 08-** Porcentagem de respostas à questão 02 do TDC 02 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão 02: “Como é determinado o sexo na espécie humana?”.

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

A ideia central dos parágrafos 1 e 2 do texto 02 “Fumantes: cromossomo sexual em risco” consistia em o fumo também causar danos aos cromossomos sexuais masculinos, além de outros inúmeros problemas.

Observando o gráfico 07 percebemos que não houve respostas não relacionadas ao texto (categorias RSC e RSI) e que apesar de 25% das respostas consistirem em cópias de trechos completos do texto, elas puderam ser consideradas corretas ou parcialmente corretas (categoria RCCTCPC), o que pode ser considerado como fatores positivos diante da dificuldade desses alunos em reconhecer o aspecto global dos textos.

O fato de 25% das respostas sem cópia de trechos do texto estarem incorretas (categoria RCSI) pode nos indicar que boa parte dos alunos não conseguem se expressar claramente mesmo que tenham compreendido o texto, o que pode ser observado nas respostas:

*“O primeiro parágrafo demonstra que o fumo (tabaco) afeta o corpo masculino no cromossomo sexual e o segundo parágrafo dá ênfase ao assunto afirmando que os homens fumantes são três vezes mais propensos a danificar ou perder o cromossomo Y” (RCSI).*

*“O assunto central é sobre os cromossomos Y. Os clássicos danos que provoca à saúde” (RCSI).*

Todas as respostas referentes à questão 01 do TDC 02 podem ser consultadas no Quadro 20 do APÊNDICE B.

A resposta à questão 02 do TDC 02 “Como é determinado o sexo na espécie humana?” exigia o reconhecimento de informações explícitas no 3º parágrafo do texto. Embora as respostas tenham sido classificadas em categorias diferentes (RCCPCPC, RCCTCPC, RCSCPC), todas foram consideradas corretas ou parcialmente corretas (Gráfico 08).

Isso nos sugere que houve uma melhoria na identificação de informações explícitas, por parte dos alunos, quando comparamos as respostas dadas às questões 03 e 05 do TDC 01 com as questões 02, 03 e 04 do TDC 02. É importante destacar que os alunos que entregaram a atividade do TDC 02 também fizeram a atividade do TDC 01, por isso tal comparação se torna possível.

As categorias de respostas sem relação com o texto também desapareceram nas respostas as questões 02, 03 e 04 do TDC 02. Fornecendo mais uma evidência na evolução do reconhecimento de informações explícitas em um texto.

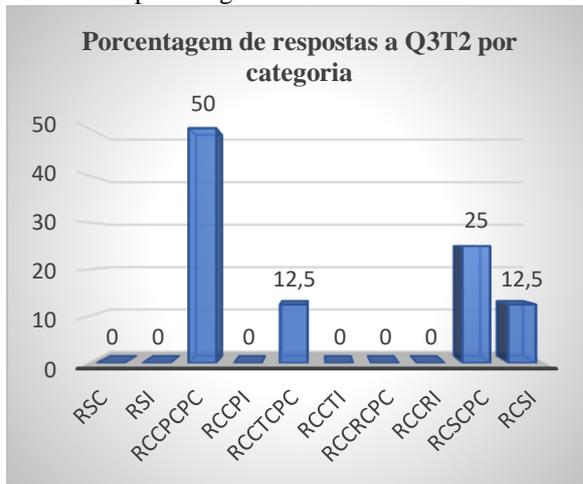
Exemplos das respostas à questão 02 do TDC 02 são apresentados a seguir, podendo ser observados integralmente no Quadro 21 do APÊNDICE B.

*“Indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. O sexo na espécie humana é determinado por um desses pares, que servem para determinar nossas características” (RCCPCPC).*

*“Indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. Um desses pares serve para determinar, entre outras coisas, nossas características sexuais. Nas mulheres, a dupla responsável por essa função é composta por dois cromossomos do tipo X. E nos homens, diferentemente, é formado por um cromossomo do tipo X e outro do tipo Y” (RCCTCPC).*

*“Entre os 23 pares de cromossomos um serve para determinar as características sexuais de modo que nas mulheres o responsável é composto por dois cromossomos do tipo X, enquanto nos homens o par é formado por um cromossomo do tipo X e outro do tipo Y” (RCSCPC).*

**Gráfico 09-** Porcentagem de respostas à questão 03 do TDC 02 por categoria de análise.

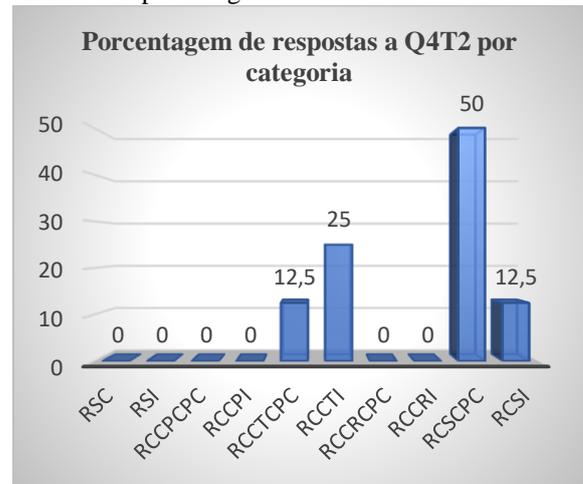


Fonte: Autoria própria.

Questão 03: “Qual é o problema para quem tem o material genético do cromossomo Y danificado?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

**Gráfico 10-** Porcentagem de respostas à questão 04 do TDC 02 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão 04: Por que o cigarro causa danos maiores aos homens?

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

Na questão 03 do TDC 02 “Qual é o problema para quem tem o material genético do cromossomo Y danificado? ”, as informações para as respostas estavam explícitas. Como na questão anterior, a soma das porcentagens de respostas consideradas corretas também foi alta (100% e 87,5%, respectivamente) reforçando a ideia de melhoria na habilidade de identificação de informações explícitas em um texto por parte desses alunos.

É interessante notar também que, por se tratar de informações explícitas, as respostas com cópia de trechos do texto são predominantes, 50% RCCPCPC e 12,5% RCCTC, o que pode ser observado no gráfico 09, nos exemplos a seguir e no Quadro 22 do APÊNDICE B.

“O dano danificado do cromossomo Y estão muito provavelmente associados de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina” (RCCPCPC).

*“O problema para quem tem o cromossomo Y danificado, segundo os autores do estudo, é provavelmente associado ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina” (RCCPCPC).*

*“Danos ao cromossomo Y segundo os autores do estudo, estão muito provavelmente associados ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina. ” (RCCTC).*

A informação “o cigarro é particularmente problemático para o cromossomo Y e apenas os homens têm esse cromossomo” está explícita no 7º parágrafo do TDC 02 e responde facilmente à questão 04. Porém, 25% das respostas (categoria RCCTI do gráfico 10) consistiram na cópia integral de trechos do texto que não respondiam corretamente à pergunta. Consideramos que os alunos responsáveis por essas respostas tiveram dificuldade para compreender e reconhecer o que já sabiam e conectar com que o texto propunha.

Diferentemente das respostas dadas às questões 02 e 03 do TDC 02, nas respostas dessa questão houve o predomínio da não cópia de trechos do texto, o curioso é que ao se tratar do reconhecimento de informações explícitas notamos justamente o contrário, uma maior porcentagem de respostas com cópias.

Exemplos de respostas dada à questão 04 “Por que o tabagismo é mais severo para os homens do que para as mulheres de acordo com o texto?” podem ser encontradas abaixo ou no Quadro 23 do APÊNDICE B.

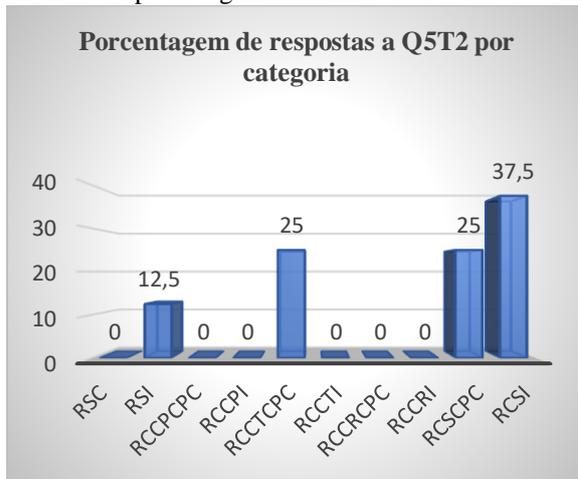
*“Particularmente problemático para o cromossomo Y, apenas os homens têm esse cromossomo parece razoável supor que o tabagismo seja mais prejudicial para eles do que para elas” (RCCTCPC).*

*“Dados epidemiológicos mostram que fumantes homens têm maior risco de desenvolvimento de tumores em vários lugares do corpo: laringe, boca, traqueia, bexiga, ossos” (RCCTI).*

*“O tabagismo tem consequências mais severas para os homens que para as mulheres, porque os homens possuem o cromossomo Y e o cigarro é particularmente problemático para esse cromossomo” (RCSCPC)*

*“O tabaco afeta diretamente o cromossomo Y que só os homens possuem, e quando afeta este cromossomo acaba resultando em tumores generalizados, não apenas pulmonar, como também na faringe, boca, bexiga, etc.” (RCSI).*

**Gráfico 11-** Porcentagem de respostas à questão 05 do TDC 02 por categoria de análise.

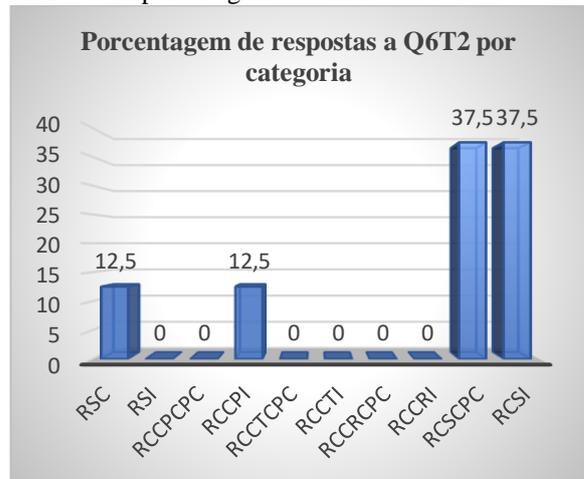


Fonte: Autoria própria.

Questão 05: “Qual é a ideia central do nono parágrafo?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

**Gráfico 12-** Porcentagem de respostas à questão 06 do TDC 02 por categoria de análise.



Fonte: Autoria própria.

Questão 06: “Qual é o significado de substâncias mutagênicas e substâncias carcinogênicas?”

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

Células sanguíneas que perdem o cromossomo Y podem ter sua resposta imune diminuída favorecendo o desenvolvimento do câncer é a ideia central do 9º parágrafo do TDC 02. Por exigir uma inferência, nota-se maior dificuldade para resolução dessa questão.

Quando somamos as porcentagens das categorias RCCTCPC e RCSCPC (gráfico 11) notamos que metade das respostas estavam corretas, demonstrando a dificuldade de realização de inferências por parte desses alunos. Verificamos ainda, o reaparecimento da categoria de resposta sem relação com o texto, que havia desaparecido em questões que não exigiam inferências.

Creemos que nessa situação houve dificuldade de compreensão devido à perda de continuidade e reflexão entre as ideias do texto.

Respostas incluídas na categoria de maior porcentagem (37,5%) RCSI são apresentadas a seguir:

*“O desenvolvimento de um câncer através da perda do cromossomo Y nas células sanguíneas”.*

*“Que eles se tornam incapazes de reconhecer a formação de um eventual tumor, abrindo-se o desenvolvimento do câncer.”*

Em relação a questão 06 do TDC 02 “Qual é o significado de substâncias mutagênicas e substâncias carcinogênicas?”, fora solicitado que os alunos procurassem o significado dos termos em outras fontes, uma vez que não constavam no texto estudado. Porém, os mesmos copiaram trechos do texto que não tinham relação com a questão ou elaboraram uma resposta plausível ou não a partir das informações oferecidas pelo mesmo. Apenas um dos alunos buscou informações em outras fontes. Esse fenômeno pode ser observado no gráfico 12 ou pelas respostas dadas a essa questão transcritas a seguir:

*“A droga tem centenas de substâncias tóxicas muitas delas sabidamente mutagênicas e carcinogênicas” RCCPI.*

*“A principal matéria que é muito prejudicial à saúde é a droga pois tem centenas de substâncias tóxicas” RCSI.*

*“O tabaco possui nicotina que é um dos fatores que causam transtornos genéticos, que provocam mutagênicos e carcinogênicos ao seu organismo” RSCI.*

*“Substâncias mutagênicas e carcinogênicas são substâncias tóxicas presentes em algumas drogas como a nicotina” RCSCPC.*

*“Mutagênico: agente físico, químico ou biológico que causa mutação. Carcinogênico: substância que tem como propriedade causar câncer” RSC.*

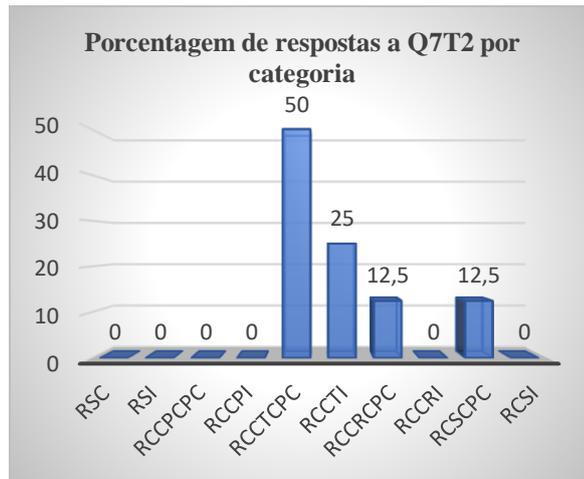
O último parágrafo do TDC 02 informa que a perda do cromossomo Y pode ser revertida caso o homem pare de fumar. Por ser uma informação explícita, notamos novamente que as respostas a questão 07 do TDC 02 com cópia de trechos do texto foram predominantes (representam 87,5% quando somamos as porcentagens das categorias RCCTCPC, RCCTI, RCCRCPC do gráfico 13) e a porcentagem de acerto também foi maior, 75%, gráfico 14.

Exemplos de respostas dadas a questão 07 do TDC 02 são expressos a seguir. Todas as respostas podem ser consultadas no quadro 26 do APÊNDICE B.

*“Que a perda do cromossomo Y pode ser reversível” RCCTCPC.*

*“É que com relação ao cromossomo Y, as células sanguíneas de ex-fumantes mostram-se praticamente iguais às de pessoas que nunca fumaram” RCCTCPC.*

*“Através de pesquisas perceberam que ex-fumantes conseguem recuperar seus cromossomos, como se fossem iguais as pessoas não fumante” RCSCPC.*

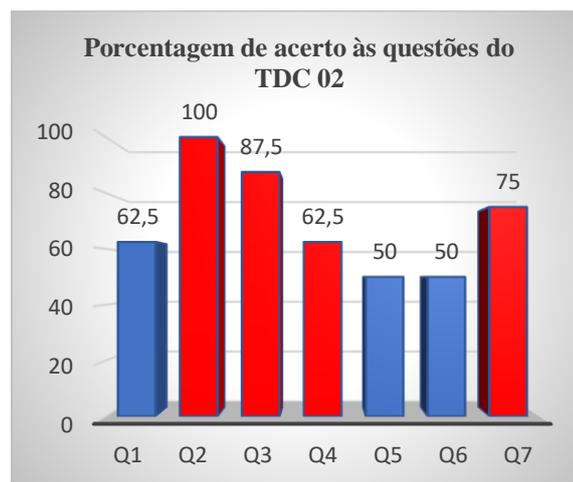
**Gráfico 13** - Porcentagem de respostas à questão 07 do TDC 2.

Fonte: Autoria própria.

Questão 07: Qual é a boa notícia revelada no último parágrafo?

Legenda: RSC= resposta sem relação com o texto correta ; RSI = resposta sem relação com o texto incorreta; RCCPCPC= resposta relacionada ao texto cópia parcial correta ou parcialmente correta; RCCPI= resposta relacionada ao texto com cópia parcial incorreta; RCCTCPC= Resposta relacionada ao texto com cópia total correta ou parcialmente correta; RCCTI= resposta relacionada ao texto com cópia total incorreta; RCCRCPC= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada correta ou parcialmente correta; RCCRI= resposta relacionada ao texto com cópia reformulada incorreta; RCSCPC= resposta relacionada ao texto sem cópia correta ou parcialmente correta; RCSI= resposta relacionada ao texto sem cópia incorreta.

O gráfico 14 traz uma síntese das porcentagens das respostas consideradas corretas ou parcialmente corretas em cada questão de interpretação referente ao TDC 02.

**Gráfico 14** – Porcentagem de acerto das questões orientadoras de leitura do TDC 02.

Fonte: Autoria própria.

As colunas azuis representam respostas as questões que exigiam o reconhecimento de informações implícitas no texto. As colunas vermelhas indicam respostas a questões que exigiam o reconhecimento de informações explícitas no texto.

No gráfico 14, notamos que todas as questões tiveram um índice de acerto de 50% ou mais. Acreditamos que pela leitura e análise do TDC 02 serem referentes a uma lição de casa, a diminuição do barulho e das distrações da sala de aula permitiu uma maior concentração na leitura, e dessa forma, uma maior compreensão do texto.

O gráfico 14 também nos mostra que os alunos pesquisados tiveram uma maior facilidade de identificação de informações explícitas e uma maior dificuldade em realizar inferências.

Como a atividade referente aos TDC 03 e 04 foi identificar as ideias centrais de cada texto e de acordo com a Prova Brasil (INEP, 2016), a capacidade de localizar a informação principal em reportagens e de identificar a ideia principal e finalidade em notícias, reportagens e resenhas são apresentadas por alunos incluídos no nível 5 de proficiência em LP o que exige um desempenho de pontuação maior que 300. O esperado para os alunos do 2º ano EM da Escola X era encontrar uma dificuldade de identificação de ideias centrais num TDC já que, conforme observado anteriormente, o desempenho dos alunos do 3º ano EM dessa escola no SARESP é inferior a 300 e ambas avaliações utilizam o mesmo sistema de medida de proficiência.

As ideias centrais do TDC 03 *“O legado de um monge invisível”* identificadas predominantemente pelos alunos foram agrupadas em três categorias: 1) O trabalho de Mendel é considerado a base da genética clássica mesmo sendo reconhecido tardiamente; 2) Descrição das características da pesquisa de Mendel; 3) Aspectos da história de vida de Mendel.

Exemplos de respostas de cada grupo são apresentadas a seguir (no Quadro 27 do APÊNDICE B todas as respostas estão na íntegra):

1) Sujeito 04: *“A ideia central aborda um pouco da história de vida de Gregor Johann Mendel desde a sua vida como monge até seus experimentos com ervilhas que deram origem à genética, porém só três décadas depois dele ter morrido estes foram reconhecidos.”*

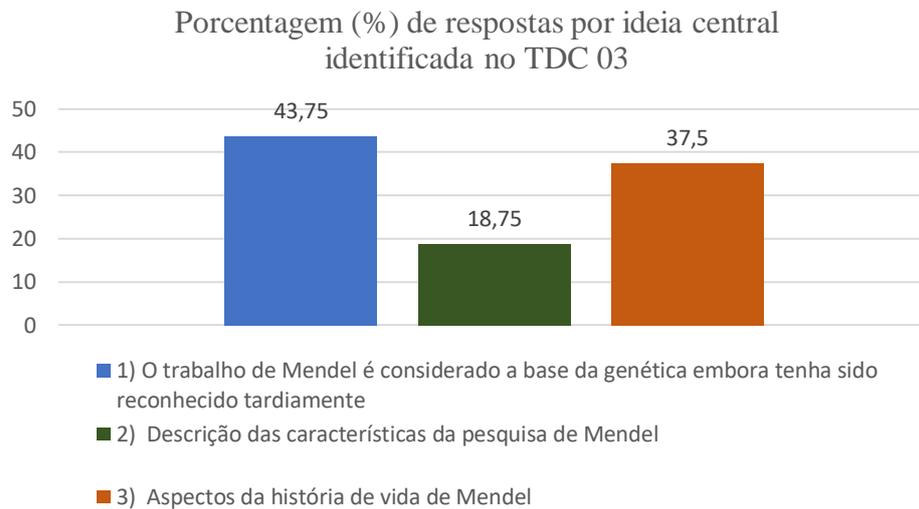
2) Sujeito 03: *“Mendel passou quase sete anos cultivando cerca de 30 mil plantas de diferentes tipos de ervilha, em que ele entendera como características simples, como a cor e o formato das sementes, eram transmitidas de uma geração para outra. Muitos depois de sua morte Mendel foi reconhecido por suas ervilhas”.*

3) Sujeito 20: *“A ideia central é contar sobre a vida de Mendel, que foi um monge, porém não era pela religião e sim pelo estudo.”*

Para nós, a ideia central do TDC 03 é que, embora Gregor Mendel tenha publicado seu trabalho em 1883 e seu reconhecimento tenha ocorrido apenas no início do século XX, ele ainda é considerado como base da genética clássica. Consideramos, portanto, corretas

as respostas que se enquadraram na categoria 1 (O trabalho de Mendel é considerado a base da genética clássica mesmo sendo reconhecido tardiamente). O gráfico 15 representa a percentagem de respostas em cada grupo identificado.

**Gráfico 15** – Ideias centrais identificadas no TDC 3.



Fonte: Autoria própria.

A partir da análise do gráfico, concluímos que 43,75% dos alunos foram capazes de reconhecer o conteúdo global do texto, ou seja, sua macroestrutura. Nesse caso podemos considerar que um pouco mais metade dos alunos não sabiam o que o texto queria dizer, havendo uma impossibilidade de construção de sua macroestrutura. Tal dificuldade já era esperada a partir dos resultados de avaliações externas da Escola X.

No que se refere ao TDC 04 *“As outras Dollies”*, as ideias identificadas predominantemente pelos alunos foram agrupadas em: 1) As quatro ovelhas clonadas irmãs da Dolly não apresentam sinais de envelhecimento precoce; 2) Quatro ovelhas foram clonadas; 3) Como ocorreu o processo de clonagem da ovelha Dolly e suas dificuldades; 4) A história da vida da ovelha Dolly. A seguir são apresentados exemplos de respostas agrupadas em cada uma das quatro categorias (no Quadro 28 do APÊNDICE B constam todas as respostas):

1) Sujeito 04: *“A ideia central do texto é sobre o caso das quatro Dollies clonadas a partir da ovelha Dolly, mas diferentemente não apresentam sinais de envelhecimento precoce e fala da história e da repercussão da clonagem do primeiro mamífero, no caso, a Dolly.”*

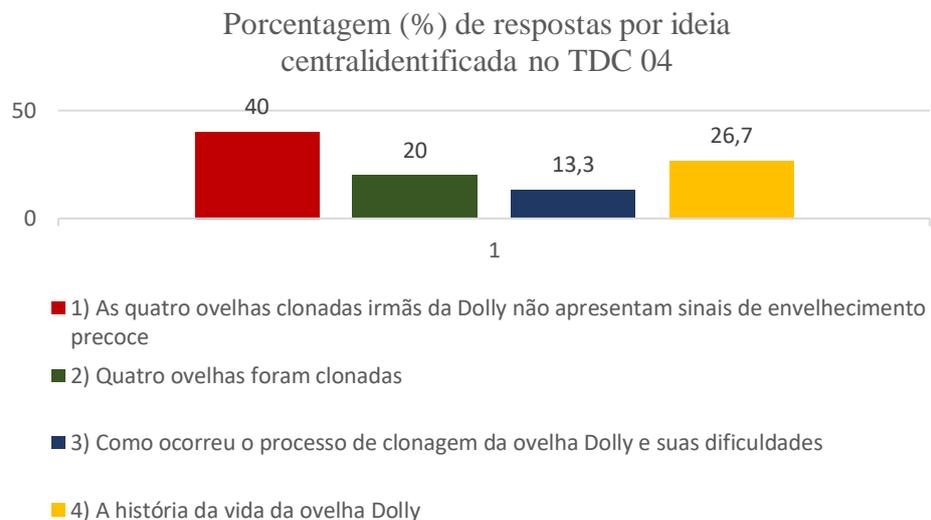
2) Sujeito 01: *“Fala das quatro ovelhas que foram clonadas e a que a ciência quer saber se clones são saudáveis ou se envelhece precocemente.”*

3) Sujeito 15: “As Dollies foram os primeiros mamíferos a serem clonados, os envolvidos na clonagem não sabem até hoje como tudo isso deu certo, foram 277 fusões e 29 embriões. O caso Dolly ficou mundialmente conhecido a mão delas está em um Museu Nacional da Escócia, em Edimburgo.”

4) Sujeito 03: “Dolly, a primeira ovelha a ser clonada e não apresenta sinais de envelhecimento precoce. Ela se tornou o animal mais famoso do planeta porque foram feitas 277 fusões (núcleo mais óvulo), obtidos 29 embriões, mas só um chegou a termo. Foi criada em 8 de fevereiro de 1996 e nasceu em 5 de julho daquele ano, mas foi apresentada ao mundo apenas no início de 1997”.

Neste trabalho reconhecemos a ideia central do texto 04 como: quatro ovelhas que foram clonadas são irmãs gêmeas da ovelha Dolly, mas não apresentam sinais de envelhecimento precoce. O gráfico 16 representa a porcentagem de respostas em cada grupo identificado.

**Gráfico 16** – Ideias centrais identificadas no TDC 4.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com os dados do gráfico 16, notamos a dificuldade que esses alunos apresentam em fazer inferências e compreender o aspecto global do texto denotando uma deficiência na aprendizagem de leitura.

Nossos resultados são corroborados pelos índices nacionais de alfabetismo, de acordo com o Instituto Montenegro (2015):

a) 27% dos brasileiros são analfabetos funcionais, ou seja, não conseguem realizar tarefas simples que envolvem leitura de palavras e frases ainda que

uma parcela destes consiga ler números familiares (números de telefone, preços, etc.);

- b) 42% dos brasileiros considerados alfabetizados estão no grupo elementar, nível da escala de alfabetismo no qual a pessoa é capaz de selecionar uma ou mais unidades de informação, observando certas condições, em textos diversos de extensão média realizando pequenas inferências; comparar ou relacionar informações numéricas ou textuais expressas em gráficos ou tabelas simples;
- c) 23% dos brasileiros considerados alfabetizados estão no grupo intermediário. Nível da escala de alfabetismo no qual a pessoa é capaz de localizar informação expressa de forma literal em textos diversos (jornalístico e/ou científico) realizando pequenas inferências; interpretar e elaborar síntese de textos diversos (narrativos, jornalísticos, científicos), relacionando regras com casos particulares a partir do reconhecimento de evidências e argumentos e confrontando a moral da história com sua própria opinião ou senso comum;
- d) apenas 8% dos brasileiros considerados alfabetizados estão no grupo dos proficientes. Nível da escala de alfabetismo no qual a pessoa é capaz de elaborar textos de maior complexidade (mensagem, descrição, exposição ou argumentação) com base em elementos de um contexto dado e opinar sobre o posicionamento ou estilo do autor do texto; resolver situações-problema relativos a tarefas de contextos diversos, que envolvem diversas etapas de planejamento, controle e elaboração, que exigem retomada de resultados parciais e o uso de inferências.

Ensinar a ler é uma finalidade primordial da escola, pois a formação dos seres humanos para a cidadania tem que passar pela aprendizagem da leitura.

Considerando também urgente a alfabetização científica para o desenvolvimento das pessoas e dos povos inclusive a curto prazo, a prática de diferentes leituras inclusive de DC dentro e fora da sala de aula necessitam ocorrer. Nesse nível de ensino (2º ano EM) espera-se encontrar alunos com a habilidade autônoma de leitura (compreensão) desenvolvida.

Além disso, precisamos reverter a tendência à mitificação da Ciência pelos meios de DC à população em geral, pois o fascínio pelas manchetes fantásticas provoca uma descontinuidade no processo de aprendizagem e de conhecimento da maioria da população (PEREIRA, 2003).

Nesse sentido, a implementação de currículos CTS no ensino de Ciências, poderá modificar a meta de aprendizagem de conceitos e teorias relacionadas a conteúdos tradicionais para um ensino cujo objetivo central seja o desenvolvimento de uma cidadania responsável.

Em relação aos níveis no domínio cognitivo da taxonomia de Bloom revisada, esperava-se que os alunos do 2º ano do EM fossem capazes de:

- a) reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos (categoria lembrar);
- b) estabelecer uma conexão entre o novo conhecimento e o conhecimento previamente adquirido sendo capaz de reproduzir a informação com suas “próprias palavras” (categoria entender) o que requeria conhecimento efetivo e conhecimento conceitual;
- c) dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existentes entre as partes (categoria analisar);
- d) realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de deficiência e eficácia (categoria avaliar).

Os resultados indicam que os acertos às questões foram maiores quando as mesmas requeriam apenas o domínio cognitivo da categoria lembrar, o que nos leva a crer que grande parte dos sujeitos não foram capazes de entender os textos lidos, havendo assim, a necessidade de uma estratégia de leitura diferente da que foi aplicada nesta sequência didática.

Creio que uma leitura integral do texto, em grande grupo, seguida da leitura em pares ou grupos finalizando com a leitura individual seja mais indicada para o desenvolvimento de outras categorias do domínio cognitivo de Bloom-revisada.

A frequência irregular dos alunos também foi um fator negativo para o desenrolar da SD. O pouco conhecimento prévio sobre assuntos atuais como clonagem e produção de OGM somado ao desinteresse pela busca de informações científicas tornou a discussão e o debate propostos na SD a fim do desenvolvimento dos domínios cognitivos analisar e avaliar pouco representativos.

Pouco representativos porque tais atividades carecerem de uma discussão mais profunda que utilizasse argumentos científicos, religiosos, políticos, sociais, ambientais, filosóficos e econômicos válidos.

Dessa forma, não foi possível mensurar o alcance dos objetivos de aprendizagem de números 15, 17 e 18. O objetivo 16 não pode ser concretizado pois nenhum estudante realizou a atividade de lição de casa a ele relacionada.

A tabela 04 representa a porcentagem de concretização dos objetivos de aprendizagem (Quadros 12 e 13) após a leitura dos TDC e a aplicação da SD.

**Tabela 04.**-Objetivos de aprendizagem alcançados expressos em porcentagem.

<b>Objetivo de aprendizagem</b>	<b>Porcentagem de alunos que atingiram o objetivo(%)</b>
<b>01-</b> Interpretar as informações e inferir que a determinação do sexo na espécie humana é cromossômica.	42,8
<b>02-</b> Reconhecer os conceitos de célula somática, célula germinativa e de herança genética e explicá-los.	0,0
<b>03-</b> Reconhecer que o cromossomo X é importante porque possui 5% do DNA das células femininas e 2,5% das masculinas e porque possui genes relacionados à várias doenças.	52,0
<b>04-</b> Reconhecer o conceito de cariótipo e explicar seu significado.	71,5
<b>05-</b> Interpretar que o cromossomo X recebeu este nome por que era uma incógnita na época de seu descobrimento.	81,0
<b>06-</b> Reconhecer que o fumo também causa danos ao cromossomo Y relacionando com o conhecimento de que o hábito de fumar causa vários problemas de saúde.	62,5
<b>07-</b> Interpretar as informações e inferir que a determinação do sexo na espécie humana é cromossômica.	75,0
<b>08-</b> Reconhecer que o fumo causa mutações cromossômicas e reconhecer que sua ocorrência no cromossomo Y pode levar ao desenvolvimento de câncer.	87,5
<b>09-</b> Reconhecer que apenas os homens têm o cromossomo Y interpretando como o motivo para o fumo ser mais prejudicial aos homens.	62,5
<b>10-</b> Interpretar e resumir a ideia central do texto.	50,0
<b>11-</b> Resumir o significado de mutagênico e carcinogênico.	50,0
<b>12-</b> Reconhecer que quando param de fumar, os homens podem ter a perda do cromossomo Y revertida.	75,0
<b>13-</b> Interpretar e resumir a ideia central do texto 03.	43,7
<b>14-</b> Interpretar e resumir a ideia central do texto 04.	40,0
<b>15-</b> Analisar e avaliar o processo de clonagem.	-
<b>16-</b> Interpretar e resumir a ideia central do texto 05.	0
<b>17-</b> Analisar e avaliar a produção de OGM.	-
<b>18-</b> Analisar e avaliar a produção de OGM.	-

Fonte: Autoria própria.

Os valores foram calculados a partir da soma das porcentagens das respostas consideradas corretas, no caso das questões orientadoras de leitura dos TDC 01 e 02 e a partir das porcentagens de alunos que fizeram a identificação da ideia central dos TDC 03 e 04 consideradas corretas.

Diante de objetivos de aprendizagem tão elementares para alunos do EM, consideramos que a porcentagem de objetivos atingidos foi insuficiente para alcançar as expectativas docentes. Mas reconhecemos que tenha contribuído, às vezes timidamente, outras nem tanto, para o desenvolvimento da habilidade leitora.

### 3.4 Consolidação da aprendizagem de conceitos de Genética

A sondagem inicial nos mostrou que a maioria dos alunos não se lembrava de conceitos básicos utilizados em Genética, tais como gene, genoma, mutação, DNA e transgênicos ou OGM tão pouco reconheciam quem foi Gregor Mendel e sua importância para explicação dos mecanismos de hereditariedade.

Porém, o esperado era que esses alunos reconhecessem os termos presentes no questionário diagnóstico porque eles já haviam sido abordados em aulas expositivas, em exercícios de compreensão, em pesquisas individuais e em pesquisas em grupo.

De acordo com Cid e Neto (2005) as dificuldades dos alunos com a linguagem genética são recorrentemente atribuídas ao seu vasto e complexo vocabulário, que causa problemas de compreensão e diferenciação dos conceitos envolvidos.

Temp e Bartholomei-Santos (2014) em seu trabalho com alunos concluintes do ensino médio, em relação à aprendizagem de genética, notaram percepções errôneas relacionadas a diferentes conteúdos, tais como a origem do DNA mitocondrial, a produção de clones e transgênicos, o projeto genoma humano e a relação entre genótipo, fenótipo e ambiente.

Concordamos com esses autores que a escola e os professores necessitam se conscientizar da importância da alfabetização científica relacionada aos conhecimentos de Genética, e que ensinar Genética deva ir além da resolução de exercícios de herança. Nesse sentido, a introdução de programas CTS nas escolas permitirá o conhecimento e a discussão de temas atuais relacionados à aplicação das biotecnologias, manipulação genética, entre outros.

Em nosso trabalho notamos uma deficiência em relação ao conhecimento de conceitos básicos utilizados em Genética e também percepções equivocadas em relação à aplicação da Genética ou o seu total desconhecimento.

A tabela 05 indica os resultados do questionário diagnóstico respondido por 22 alunos do 2º ano EM da Escola X.

**Tabela 05-** Porcentagem de respostas dadas ao questionário diagnóstico.

Questão	Resposta correta	Resposta incorreta	Não Respondeu
1- Quais são as principais contribuições de Mendel para a genética atual?	55%	20%	25%
2- O que é um gene? E o que é genoma?	45%	40%	15%
3- Explique o que são mutações gênicas e por que elas podem provocar doenças nos seres vivos?	30%	15%	55%
4- Explique o que são mutações cromossômicas e dê exemplos.	15%	10%	75%
5- Qual é o material genético presente em praticamente todos os seres vivos?	75%	20%	5%
6- O que é DNA? O que você conhece da sua estrutura molecular e de sua composição química?	35%	15%	50%
7- Como se dá a determinação do sexo na espécie humana?	45%	40%	15%
8- Dê exemplos de anomalias humanas determinadas por genes ligados ao cromossomo X.	5%	15%	80%
9- O que são organismos geneticamente modificados ou transgênicos? Onde são utilizados?	25%	45%	30%
10- Explique o conceito de terapia gênica e diga quais são seus objetivos.	0%	5%	95%
11- O que é biotecnologia? Quais são suas implicações para a sociedade?	5%	60%	35%
12- O que é clonagem?	60%	30%	20%

Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados da tabela 05 podemos afirmar que o conhecimento dos alunos em Genética é menor em relação às suas aplicações (terapia gênica, transgênicos, biotecnologia) e a doenças genéticas ligadas ao sexo. Quando tratamos dos trabalhos de Mendel, de conceitos como gene, genoma, DNA e mutações os alunos apresentam uma maior facilidade em mobilizar suas lembranças e conhecimentos sobre o assunto.

Ao final da SD, o questionário diagnóstico foi reaplicado. No entanto, apenas 08 alunos o entregaram, sendo que 02 deles não estavam presentes na 1ª aplicação. Fato que dificultou uma comparação precisa entre o conhecimento inicial em Genética e o conhecimento em Genética ao final da SD, pelos 25 alunos participantes da pesquisa, com base no questionário diagnóstico.

Considerando como amostra apenas os 06 estudantes que responderam ao questionário antes e depois da aplicação da SD construímos a tabela 6. Verificamos que metade dos alunos passaram a reconhecer as contribuições de Mendel para a Genética.

Já em relação ao conhecimento dos conceitos de gene e genoma, 66% da amostra passou a explicá-los corretamente, indicando um aumento de domínio desses conceitos da ordem de 33,4%.

O reconhecimento do DNA como material genético presente em todos os seres vivos aumentou de 66,6% para 83,4%. Houve também um ganho em relação ao conhecimento da organização da molécula de DNA, 33,4% desses alunos passaram a conhecê-la.

Quanto à anomalias cromossômicas ligadas ao cromossomo X metade dos alunos foram capazes de exemplificá-las. Não houve modificações do conhecimento dos demais temas abordados no questionário diagnóstico.

**Tabela 06-** Porcentagem de respostas ao questionário diagnóstico antes e depois da aplicação da SD.

Questão	Resposta correta		Resposta incorreta		Não Respondeu	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
1- Quais são as principais contribuições de Mendel para a genética atual?	0	50%	33,4%	16,6%	66,6%	33,4%
2- O que é um gene? E o que é genoma?	33,4%	66,6%	50%	16,6%	16,6%	16,6%
3- Explique o que são mutações gênicas e por que elas podem provocar doenças nos seres vivos?	33,4%	33,4%	0	0	66,6%	66,6%
4- Explique o que são mutações cromossômicas e dê exemplos.	33,4%	33,4%	16,6%	16,6%	50%	50%
5- Qual é o material genético presente em praticamente todos os seres vivos?	66,6%	83,4%	33,4%	16,6%	0	0
6- O que é DNA? O que você conhece da sua estrutura molecular e de sua composição química?	16,6%	33,4%	66,6%	50%	16,6%	16,6%
7- Como se dá a determinação do sexo na espécie humana?	33,4%	34,4%	66,6%	66,6%	0	0
8- Dê exemplos de anomalias humanas determinadas por genes ligados ao cromossomo X.	33,4%	50%	0	0	66,6%	50%
9- O que são organismos geneticamente modificados ou transgênicos? Onde são utilizados?	50%	50%	16,6%	16,6%	33,4%	33,4%
10- Explique o conceito de terapia gênica e diga quais são seus objetivos.	0	0	16,6%	16,6%	83,4%	83,4%
x11- O que é biotecnologia? Quais são suas implicações para a sociedade?	0	0	50%	50%	50%	50%
12- O que é clonagem?	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%	33,4%

Fonte: Autoria própria.

Os valores em vermelho indicam as porcentagens de respostas que se alteraram após a aplicação da SD.

A partir das respostas dadas aos questionários de interpretação dos TDC (Questões orientadoras de leitura) e dos objetivos de aprendizagem alcançados (Tabela 04), podemos ainda inferir que 75% dos estudantes passaram a reconhecer a determinação cromossômica do sexo em seres humanos, 71,5% sabem o significado do termo cariótipo, 43,73% reconhecem o trabalho de Mendel como base da Genética, 18,75% recordaram de seus trabalhos com ervilhas e 13,3% foram capazes de identificar como ocorreu o processo de clonagem da ovelha Dolly e os problemas dele decorrentes.

Em 2011, Resende e Klatau-Guimarães, concluíram em sua pesquisa que a leitura de TDC em aulas de genética aumentou em 35% a compreensão dos conceitos básicos e permitiu um maior domínio do assunto. No nosso trabalho, concluímos que a leitura de TDC em aulas de genética contribuiu para a motivação pela aprendizagem, para o desenvolvimento da habilidade leitora e também para um maior domínio de conceitos fundamentais de genética como gene, genoma, mutações cromossômicas, DNA, cariótipo, determinação cromossômica do sexo em seres humanos.

Embora os ganhos pareçam pouco significativos eles são essenciais para uma educação em Ciências que vise a alfabetização científica dos brasileiros. Já que dados internacionais do PISA 2015, mostram que no Brasil, 56,6% dos estudantes estão abaixo do nível 2 em Ciências, patamar que a OCDE estabelece como necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2016).

Estudiosos em Educação concordam com a necessidade de mudanças no ensino de Ciências no Brasil favorecendo a implementação de cursos e programas CTS bem como a produção de material didático com conteúdo CTS a fim de formarmos cidadãos conscientes com valores mais humanistas.

Precisamos que nossos alunos aprendam a Ciência que lhes ensinamos e além disso, que eles possam aplicá-la em suas vidas. Para isso, como profissionais devemos sempre refletir sobre que tipo de Ciência ensinamos, por quê a ensinamos e para quem a ensinamos.

Dessa forma seremos capazes de avaliar nossas práticas docentes a fim de seu aperfeiçoamento de acordo com as necessidades reais que surgem de problemas e dificuldades de dentro da sala de aula e da comunidade escolar.

Para tal, não podemos esquecer da necessidade da valorização da profissão docente e da diminuição de nosso tempo de trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

... no decorrer dessa pesquisa, dificuldades da prática docente, tão marcantes na escola pública, como a falta de motivação dos alunos, o pouco tempo para preparo de aulas, a escassez de recursos materiais, a cobrança por melhores índices de aprendizagem, a pouca valorização profissional e pessoal recebida como professora, a violência e a criminalidade presentes dentro da escola, entre outras, promoveram uma reavaliação de minha função como professora e sobre o papel da escola na vida de meus alunos.

Situações semelhantes podem ser observadas em escolas públicas de diferentes países. Como por exemplo, a presença de alunos do ensino fundamental e médio que não sabem ciência e quase não são capazes de ler em escolas públicas californianas (UNDERWOOD, 2000).

A partir da observação dos comportamentos das pessoas dentro da unidade escolar em que trabalhava fui tomada por um profundo desânimo, pareceu-me que nenhuma daquelas pessoas (alunos, agentes de organização escolar, professores, coordenadores, diretores), inclusive eu, queria estar naquele local, pois não viam sentido no que estavam ali fazendo. O esgotamento mental me levou a crer que o que eu tinha que ensinar para aqueles alunos era irrelevante para suas vidas.

De tanto ouvir que a escola em que trabalhava era uma droga, que a localização da mesma era horrível, que seus alunos continuariam marginalizados pela sociedade, que os professores da escola pública são mal formados, fazem “corpo mole” no trabalho e por isso merecem baixos salários, acabei me convencendo de que era verdade. O que tornou a ida ao trabalho e o prosseguimento do mestrado um grande penar. Concluí que a profissão docente não era para mim e decidida resolvi mudar de área de atuação profissional, mas não antes de finalizar o trabalho de pesquisa que havia começado.

Em relação à formação em serviço, algumas oportunidades de cursos de aperfeiçoamento nos são oferecidas. Mas, o número de aulas a serem preparadas, ministradas e avaliadas juntamente com as obrigações familiares fazem com que o tempo do professor para estudos sejam escassos.

Nesse sentido a realização de um Mestrado Profissional representa um grande desafio. Além da motivação pessoal e da necessidade de entrar em um bom programa de pós-graduação, nós professores precisamos contar com o apoio da comunidade escolar, em especial com a autonomia conquistada junto à equipe gestora, sem a qual o trabalho se torna impossível.

Na Universidade também encontramos dificuldades, infelizmente, por falta de conhecimento, o Mestrado Profissional não recebe o mesmo valor que o Acadêmico, tanto por parte de alunos de graduação e da pós-graduação quanto por parte de alguns professores da Instituição.

Em relação ao processo de transformação de práticas educativas fui questionada:

- a) como materializar uma ideia de formação CTS em práticas educativas eficazes e passíveis de serem implementadas?;
- b) como lidar com o currículo e com as questões sistêmicas e ainda assim prezar pela formação política dos alunos?;
- c) até onde o professor possui autonomia e qual é a importância da formação docente nesse processo de transformação?;
- d) quais são os espaços disponíveis ao professor para que possa fazer esse tipo de intervenção?.

A princípio sou apenas capaz de fazer algumas suposições, primeiramente para se materializar ideias de formação CTS em práticas educativas necessitamos fazer estudos sobre práticas CTS podendo adaptá-las a cada necessidade de ensino. Transformá-las passíveis de serem implementadas é o desafio maior, pois depende de políticas públicas de ensino.

Durante o processo de implementação das práticas CTS poderá ainda ocorrer a contraposição entre os objetivos CTS com os objetivos dos currículos escolares. Havendo dessa forma, a necessidade de negociação entre os profissionais da Educação.

A autonomia do professor a meu ver é praticamente inexistente, pois ele tem sempre que cumprir programas pré-estabelecidos e obter resultados positivos, que serão cobrados por seus superiores.

Nesse ponto entra a importância da formação docente, um profissional preparado é capaz de buscar pequenos espaços junto à equipe gestora dentro da escola para que possa modificar metodologias e realizar pequenas ou grandes intervenções a fim de uma melhor aprendizagem. A pró-atividade do professor me parece o fator chave.

Após superadas as dificuldades psicológicas diante a profissão, a reafirmação da crença que para nos tornarmos cidadãos livres necessitamos de uma educação, de um processo formativo com qualidade, fez com que passasse a trabalhar com temas atuais nas aulas e insistisse na profissão docente, mas agora com uma outra visão, bem menos conteudista e muito mais formativa em termos de comportamentos e atitudes.

Por meio de estudos CTS passei a ter uma nova visão da necessidade de conhecimentos específicos da Biologia por parte dos alunos. Os conhecimentos específicos

passaram a ser meios para uma formação crítica e reflexiva e não fins em si mesmos. A formação tradicional extremamente conteudista que tivemos não nos impede como professores de rever nossos objetivos de ensino a fim de oferecermos uma educação condizente com as necessidades de nosso público e a buscar novas possibilidades.

Para que uma educação possa formar cidadãos, primeiramente ela deve formar leitores. Segundo Banking (2010), a importância da leitura está atrelada às demandas da sociedade em termos profissionais, exige domínio da linguagem escrita, boa comunicação verbal, boa redação, entre outros aspectos. Assim, a leitura representa uma necessidade do sujeito para uma efetiva participação social.

Ainda, diante da invasão de assuntos relacionados à C&T nos meios de comunicação em massa, a alfabetização científica adquire a mesma importância da alfabetização na língua materna para a inserção do sujeito na sociedade. Na esfera pública, os argumentos científicos e biológicos prevalecem como árbitros finais em tomada de decisões.

Os currículos e programas CTS constituem um bom mecanismo para atingirmos tais objetivos. No entanto, precisamos superar as dificuldades de implementação dos mesmos, dificuldades caracterizadas pela diversidade de significados CTS, pela organização dos sistemas de ensino e a finalidade do ensino de Ciências determinada por eles, por problemas decorrentes dos modelos e práticas de formação dos professores de Ciências e pela carência de materiais didáticos com conteúdo CTS.

Como podemos observar, há um longo caminho a percorrer em busca de uma educação para a prática da cidadania. Nessa caminhada, essa pesquisa pode contribuir com a produção de uma SD com conteúdo CTS, com mudanças de atitude na prática docente da pesquisadora, com o acesso à TDC aos alunos que dela participaram, com a prática da leitura dentro e fora da sala de aula por parte desses alunos, para o aumento de interesse por temas científicos e para um pequeno ganho no entendimento de termos utilizados em aulas de Genética (gene, genoma, mutação, entre outros).

Nesse processo, acreditamos que o TDC seja um instrumento importante para a integração entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS) e seu uso em aulas de Ciências permitirá uma introdução de uma abordagem CTS nos sistemas de ensino. O uso de QSC também nos parece oferecer uma forma concreta de incorporação da perspectiva CTS às práticas de ensino.

Concordamos com Pozo e Crespo (2009), que os alunos da educação científica precisam não tanto mais da informação, mas sobretudo da capacidade para organizá-la e interpretá-la, para lhe dar sentido. Isso só será possível se os alunos desenvolverem suas

habilidades de leitura. E para formarem um senso crítico eles precisam aprender a julgar os reflexos da C&T na sociedade.

## REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS Science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, p. 47-59.

AIKENHEAD, G. S. Renegotiating the Culture of School Science: Literacy for an Informed Public. In: **Lisbon's School of Science Conference commemorating its 30 years of teacher training**. Lisboa: Centre for Educational Research, Universidade de Lisboa, 2002. Disponível em: <<https://www.usask.ca/education/documents/profiles/aikenhead/portugal.htm>>. Acesso em nov. 2017.

AIKENHEAD, G. S. STS Education: A Rose by Any Other Name. In: FENSHAM, J. A **Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham**. Routledge Press, 2003. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.pdf>>. Acesso em: nov. 2017.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: Informação científica para a cidadania? **Ci. Inf.**, Brasília, v.25, n.3, p. 396-404, set./dez. 1996. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639>>. Acesso em: out. 2017.

ALVES, M. L. Identificação de níveis de compreensão de leitura- uma aproximação. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, n. extra, p. 1-5. 2005. Disponível em: <[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRA522ideniv.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA522ideniv.pdf)>. Acesso em: set. 2017.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: Encontro Internacional de Formação de Professores, 10, 2017, Aracaju. **Anais 10º Encontro Internacional de Formação de Professores**. Aracaju: Editora Universitária Tiradentes, 2017. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/4710>>. Acesso em: set. 2017.

ASSIS, J. C. S. et al. Herança das Características Adquiridas: Concepções de alunos de Ciências Biológicas Sobre as Leis de Herança Genética. In: ENGENE- Encontro de Genética do Nordeste, XX, 2014, Campina Grande. **Anais XX ENGENE- Encontro de Genética do Nordeste**. Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2014. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/issue/view/149>>. Acesso em: set. de 2017.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p.1-13, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>>. Acesso em: set. 2017.

BARBOSA, G. K. A.; RODRIGUES, A. M. R.; OLIVEIRA, M. S. A Utilização de Estratégias de Leitura: Reflexões sobre a habilidade da compreensão leitora em adolescentes. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v.6, n.11, jan./jul. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1630>> Acesso em: set. 2017.

BRÄKLING, K. L. **A leitura da palavra: aprofundamento, compreensões para aprimorar as ações.** Disponível em:

<[https://www.academia.edu/18097159/A Pr%C3%A1tica de Leitura colet%C3%A2nea de materiais t%C3%B3ricos e pr%C3%A1ticos](https://www.academia.edu/18097159/A_Pr%C3%A1tica_de_Leitura_colet%C3%A2nea_de_materiais_t%C3%B3ricos_e_pr%C3%A1ticos)>. Acesso em: set. de 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: jan. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000. 58p. <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: abril de 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **PCN+ Ensino médio**. Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006, 141p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: mar. de 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Princípio da precaução**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7512>>. Acesso em: jan. 2017.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, n.19 (2), p.243-254, 2001. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=243386> >. Acesso em: set. 2017.

CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da Genética. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, n. extra, 2005. Disponível em: <[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp270difapr.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf)> Acesso em: set. de 2017.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações na sala de aula. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, VII, 2009, Florianópolis. **Anais VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/89.pdf>>. Acesso em set. 2017.

CUNHA, V. L. O.; OLIVEIRA, A. M.; CAPELLINI, S. A. Compreensão de Leitura: princípios avaliativos e interventivos no contexto educacional. **Revista Teias**, Rio de Janeiro, v.11, n.23 p.221-240 set./dez. 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/114868>> Acesso em: out. de 2017.

DAMIANI, M. F. et al. Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação FaE/PPGE/UFPel**. Pelotas, n.45, p.57 – 67, maio/ago. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>>. Acesso em: out. 2017.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FARIAS; C. R. O.; CARVALHO, W. L. P. Desvelando as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de um processo judicial sobre danos ambientais. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Porto Alegre, v.17, jul./dez. 2006. Disponível em: <<https://www.seer.furg.br/remea/article/download/3090/1762>>. Acesso em: nov. 2017.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v.17, n.2, p.421-431, 010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>>. Acesso em: out. 2017.

FERREIA, S.P.A; DIAS, M.G.B.B. A escola e o ensino da leitura. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v.7, n.1, p.39-49, jan./jun. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pe/v7n1/v7n1a05.pdf>>. Acesso em: out. 2017.

FERREIA, S.P.A; DIAS, M.G.B.B. A leitura, a produção de sentidos e o processo inferencial. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v.9, n.3, p. 439-448, set./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pe/v9n3/v9n3a11>>. Acesso em: out. de 2017.

FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S.L.; Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Revista de Educação em ciência e Tecnologia**, v.5., n.1, 2012. Disponível em: <<http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/05/Luciana.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2015.

FIGUEIREDO, O. **Didáctica do Português Língua Materna**. Lisboa, ASA, 2005.  
FOREHAND, M. Bloom's Taxonomy: Original and Revised. In: Orey, M. (Ed.), **Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology** (E-Book), 2005. <[https://textbookequity.org/Textbooks/Orey\\_Emergin\\_Perspectives\\_Learning.pdf](https://textbookequity.org/Textbooks/Orey_Emergin_Perspectives_Learning.pdf)>. Acesso em: nov. 2017.

GALVÃO, C.; REIS, P. A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In: Seminário Ibérico/ Ibero Americano CTS no Ensino de Ciências, V/I, 2008, Aveiro. **Anais V Seminário Ibérico / I Ibero-americano CTS no Ensino das Ciências**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/4714>>. Acesso em: out. 2017.

GIL, F.B. A Comunicação Pública da Ciência. In: SOUSA, C.M.; MARQUES, N.P.; SIVEIRA, T.S. **Ciência Tecnologia e Sociedade: A Comunicação Pública da Ciência**. Taubaté: Cabral, 2003. p.7 a 9.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de Genética: concluintes do ensino médio e graduandos de Ciências Biológicas**. 2005. 93f. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

GIACÓIA, L. R. D.; BORTOLOZZI, J.; CALDEIRA, A. M. A. Concluintes do ensino médio e o conhecimento de genética. **Revista Cereus**, Gurupi, v.6, n.1, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/577>>. Acesso em: out. de 2017.

GOULART, N.M.; FARIA, R.C.B. Ensino de conteúdos de Genética no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem. In: Congreso Iberoamericano Ciência, Tecnología, Innovación y Educación. 2014. Buenos Aires. **Memorias del Congreso**. Buenos Aires: OIE, 2015. Disponível em: <[www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1555.pdf](http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1555.pdf)>. Acesso em: out. de 2017.

GUERREIRO, J.A. O ensino e a divulgação das Ciências Naturais no México. In: HAMBURGUER, E.W; MATOS, C. **O Desafio de Ensinar Ciências no Século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 20 a 27.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXERA. **Censo Escolar 2016**. Matrículas e Infraestrutura E. E. Prof. Orlando Perez. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>>. Acesso em: out. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXERA. **Prova Brasil 2015**. Desempenho da sua escola. Escola Estadual Prof. Orlando Perez. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://idebescola.inep.gov.br/ideb/consulta-publica>>. Acesso em: out 2017.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. **Indicador de Alfabetismo Funcional – INAF. Estudo Especial sobre alfabetismo e mundo do Trabalho**. São Paulo, maio de 2016. Disponível em: <<http://ipm.org.br/relatorios>>. Acesso em: out. 2017.

JUSTINA, L. A. D.; RIPPEL, J. L. Ensino de Genética: Representações da Ciência da Hereditariedade no Nível Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IV, 2003, Bauru. **Anais IV ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL076.pdf>>. Acesso em: out. de 2017.

KRASILCHICK, M. Reformas e Realidades: O curso do ensino de ciências. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v.14, n.1, p.85-93, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>>. Acesso em: set. 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LA LUNA, A. Importância do Ensino e Aprendizagem de Genética para o Mundo Atual. **Revista de Educação**, Londrina, v.17, n.23, p.44-53, 2014. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/educ/article/view/3080>>. Acesso em: out. 2017.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de ciências**. Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci>>. Acesso em: dez. 2014.

MENEZES, L.C. Ensinar Ciências no Próximo Século. In: HAMBURGUER, E.W; MATOS, C. **O Desafio de Ensinar Ciências no Século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 48 a 54.

MIRANDA, E. M. **Estudo das concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2008. 139f. Dissertação de Mestrado em Educação. Centro de Ciências Humanas. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.

MIRANDA, T. G.; MOURÃO, S. C.; RAMOS, A. R.; MOREIRA, E. C. O. O aprendizado de genética no ensino médio e seus reflexos na vida universitária. In: **ENGENE- Encontro de Genética do Nordeste**, XX, 2014, Campina Grande. **Anais XX ENGENE- Encontro de Genética do Nordeste**. Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2014. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/issue/view/149>>. Acesso em out. 2017.

MOURA, J. et al. **Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão**. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v.34, n.2, p.167-174, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398>>. Acesso em: out. de 2017.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. **Position Statement: Teaching Science in the Context of Societal and Personal Issues**. National Science Teachers Association. Arlington, 2016. Disponível em: <[www.nsta.org/about/positions](http://www.nsta.org/about/positions)>. Acesso em: nov. de 2017.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2015. Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy**. OECD, 2016. Disponível em: <<http://www.oecd.org/brazil/>>. Acesso em: out. de 2017.

OLIVEIRA, A. J. S.; FALTAY, P. Breve relato da política de divulgação científica no Brasil. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EDUFSCar, 2011. p. 181-187.

PAVÃO, A. C. Descobrir, educar, divulgar: uma trilogia para a transformação social. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EDUFSCar, 2011. p. 189-193.

PEREIRA, J. A. Divulgação da Ciência no Brasil. In: SOUSA, C.M.; MARQUES, N.P.; SIVEIRA, T.S. **Ciência Tecnologia e Sociedade: A Comunicação Pública da Ciência**. Taubaté: Cabral, 2003. p. 59-63.

PÉREZ, L. F. M. **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2012.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: ARTMED, 2009.

REGINA, V. B. A Abordagem CTS na Visão de Professores de Ciências da Natureza em Escolas Públicas da Região Norte do Paraná. **Revista da SBEnBio**, Niterói, nº 9, p.924-934 2016. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/1714.pdf>>. Acesso em: set. 2017.

REIS, P. G. R. **Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos da aprendizagem da disciplina de ciências da Terra e da Vida**. 2004. 488f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2004.

RESENDE, T. A.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. A divulgação científica como estratégia de Ensino dos principais conceitos básicos de genética. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, 2011, Campinas. **Anais VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1056-1.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2015.

RIBEIRO, R. A; KAWAMURA, M. R. D. Ensino de Física e formação do espírito crítico: reflexões sobre o papel da divulgação científica. In: Encontro de Pesquisa em ensino de física, XI, 2008, Curitiba. **Anais XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**. Curitiba: Sbfísica, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/ensinodefisicaeformacaod.trabalho.pdf>>. Acesso em: mai. 2015.

ROCHA, M. L. Psicologia e as práticas institucionais: A pesquisa-intervenção em movimento. **PSICO Ψ**, Rio de Janeiro, v.37, n.2, p.169-174, maio/ago. 2006. Disponível em: <[revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/download/1431/1124](http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/download/1431/1124)> Acesso em: fev. 2018.

ROJO, R. **Letramento e capacidade de leitura para a cidadania**. São Paulo, SEE: CENP, 2004. Disponível em: <[arquivos.info.ufrn.br/.../Letramento\\_e\\_capacidade\\_de\\_leitura\\_pra\\_cidadania\\_2004.pdf](http://arquivos.info.ufrn.br/.../Letramento_e_capacidade_de_leitura_pra_cidadania_2004.pdf)>. Acesso em: set. de 2016.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M. R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: Encontro de Pesquisadores de Física, V, 1996, Águas de Lindóia. **Anais V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**. Águas de Lindóia: Sbfísica, 1996. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos\\_diversos/EPEF/V/V-Encontro-de-Pesquisa-em-Ensino-de-Fisica.pdf](http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/EPEF/V/V-Encontro-de-Pesquisa-em-Ensino-de-Fisica.pdf)>. Acesso em: out. 2017.

SANCHEZ, E. La comprensión de los textos como uma experiência reflexiva. Educación y futuro. **Revista de investigación aplicada y experiencias educativas**, Espanha, v.2, p. 51-60, 2000. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/138227>>. Acesso em: out. 2017.

SANTOS, M. E. N. V. M. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares**. Lisboa: Livro Horizonte, 2001.

SANTOS, P. G. F.; ARENGHI, L. E. B. A articulação da Natureza da Ciência e Divulgação Científica no ensino por meio de Questões Sociocientíficas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X, 2005, Águas de Lindóia. **Anais X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf>>. Acesso em ago. 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**. São Paulo, v. 02, n. 2, dezembro 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172000000200110](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110)>.

Acesso : mar. 2018.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, vol. 1, número especial, nov. 2007. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149>>.

Acesso em: nov. 2017.

SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **SARESP 2013**. Boletim da Escola Estadual Professor Orlando Perez. São Paulo, 2013. 6p. Disponível em: <<http://saresp.fde.sp.gov.br/2013/ConsultaRedeEstadual.aspx?opc=1>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **SARESP 2015**. Boletim da Escola Estadual Professor Orlando Perez. São Paulo, 2015a. 6p. Disponível em: <<http://saresp.fde.sp.gov.br/2015/ConsultaRedeEstadual.aspx?opc=1>>. Acesso em: out. 2017.

SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Relatório Pedagógico 2015 Língua Portuguesa**. São Paulo, 2015b. 256 p. Disponível em: <[http://file.fde.sp.gov.br/saresp/saresp2015/Arquivos/LP\\_2015\\_online.pdf](http://file.fde.sp.gov.br/saresp/saresp2015/Arquivos/LP_2015_online.pdf)>. Acesso em: dez2017.

SFORNI, M.S.F.; GALUCH, M.T.B. Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. **Educar**, Curitiba, n.28, p.217-229, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n28/a14n28.pdf>>. Acesso em: fev. 2018.

SILVA, C. C.; GASTAL, M. L. Ensinando ciências e ensinando a respeito das ciências. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EDUFSCar, 2011. p. 35-44.

SILVA, J. A.; KAWAMURA, M. R. D. A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 316-339, ago. 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6667>>. Acesso em: out. de 2017.

SILVA, V. F. Migrantes na Periferia Urbana: redes sociais e a construção do bairro. **Ponto Urbe**, São Paulo, n.1, 2007. Disponível em: <<http://pontourbe.revues.org/1248>>. Acesso em: out. 2017.

SOARES, M. A importância da leitura no mundo contemporâneo. **Ozarfaxinars**, Matosinhos, n.16, fev. 2010. Disponível em <[http://www.cfaematosinhos.eu/Ed\\_ozarfaxinars\\_n16.htm](http://www.cfaematosinhos.eu/Ed_ozarfaxinars_n16.htm)>. Acesso em: ago. de 2016.

SOLÉ, I. **Estratégias de leitura**. 6ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SOUSA, C.M. Quando a Ciência é Notícia na Televisão. In: SOUSA, C.M.; MARQUES, N.P.; SIVEIRA, T.S. **Ciência Tecnologia e Sociedade: A Comunicação Pública da Ciência**. Taubaté: Cabral, 2003. p. 123-137.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n.2, p.358–372, set/dez. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13619>>. Acesso em: out. 2017.

TREVISAN, E. M. C. **A influência do conhecimento prévio do leitor na construção da coerência**. 1991. Dissertação de Mestrado em Letras. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/letras/article/viewFile/11409/6884>>. Acesso em mar. 2018.

UNDERWOOD, C. Ciência, Tecnologia e a Pedagogia da Esperança. In: HAMBURGUER, E.W; MATOS, C. **O Desafio de Ensinar Ciências no Século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 28 a 34.

## APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### Sequência Didática Leitura de TDC em aulas de Genética

**Conteúdos e Temas:** Características hereditárias; leis de Mendel; cromossomos sexuais e herança ligada ao sexo; tecnologias de manipulação do DNA clonagem e transgenia; riscos e benefícios da utilização dos organismos transgênicos; mutação e genoma.

**Objetivos:** Espera-se que ao final dessa sequência didática os alunos sejam capazes de interpretar textos; identificar e diferenciar características genéticas e hereditárias de características adquiridas; reconhecer a importância dos experimentos de Gregor Mendel com ervilhas para a Genética; reconhecer as leis de Mendel; identificar e caracterizar o mecanismo na determinação do sexo na espécie humana; identificar e caracterizar o mecanismo de transmissão de herança ligada ao sexo; analisar e construir argumentos relativos à clonagem de mamíferos; analisar e construir argumentos em relação à produção de organismos geneticamente modificados; elaborar, analisar e criticar argumentos sobre QSC.

**Estratégias Didáticas:** Leitura e análise de textos de divulgação científica e discussão em grande grupo.

**Recursos:** Cópias de TDC previamente selecionados.

**Avaliação:** Análise das questões de verificação de leitura e conceitos genéticos aprendidos; auto-avaliação.

#### Aulas 01 e 02

Levantamento do conhecimento dos alunos sobre conceitos de genética e mecanismos de herança abordados em aulas anteriores ao longo do bimestre por meio da aplicação de questionário diagnóstico. Leitura e análise do TDC 01 “Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?”

Questões do questionário diagnóstico:

- 1- Quais são as principais contribuições de Mendel para a genética atual?
- 2- O que é um gene? E o que é genoma?

- 3- Explique o que são mutações gênicas e por que elas podem provocar doenças nos seres vivos?
- 4- Explique o que são mutações cromossômicas e dê exemplos.
- 5- Qual é o material genético presente em praticamente todos os seres vivos?
- 6- O que é DNA? O que você conhece da sua estrutura molecular e de sua composição química?
- 7- Como se dá a determinação do sexo na espécie humana?
- 8- Dê exemplos de anomalias humanas determinadas por genes ligados ao cromossomo X.
- 9- O que são organismos geneticamente modificados ou transgênicos? Onde são utilizados?
- 10- Explique o conceito de terapia gênica e diga quais são seus objetivos.
- 11- O que é biotecnologia? Quais são suas implicações para a sociedade?
- 12- O que é clonagem?

Antes da leitura: Questionamento inicial: Qual é o assunto do texto a partir da leitura de seu título? O que eu sei sobre esse assunto?

Durante a leitura: Questões orientadoras:

- 1- De acordo com o primeiro parágrafo, como ocorre a determinação do sexo em seres humanos?
- 2- Alguns conceitos biológicos estão presentes no segundo e terceiro parágrafos, quais são eles?
- 3- Qual é a importância do cromossomo xis de acordo com os parágrafos 4 e 5?
- 4- Qual conceito genético é abordado no sexto parágrafo? Procure seu significado em um dicionário ou em um livro de biologia.
- 5- Por que o cromossomo xis tem esse nome?

Após a leitura: Respostas por escrito das questões orientadoras da leitura e discussão do texto em grande grupo.

Lição de casa: Leitura e análise do TDC 02 “Fumantes: cromossomo sexual em risco”

Questões de verificação da leitura:

- 1- Identifique a ideia central dos parágrafos 1 e 2.
- 2- Como é determinado o sexo na espécie humana?
- 3- Que problemas uma pessoa pode ter como consequência de danos ao material genético do cromossomo Y?
- 4- Por que o tabagismo tem consequências mais severas para homens do que para mulheres?
- 5- Qual é a ideia central do nono parágrafo?
- 6- O que são as substâncias mutagênicas e carcinogênicas citadas no 11º parágrafo?

7- Qual é a boa notícia revelada no último parágrafo?

### **Aulas 3 e 4**

Leitura e análise dos TDC 03 “O legado de um monge invisível” e 04 “As outras Dollies”

TDC 03 “O legado de um monge invisível”

Antes da leitura: Questionamento inicial: Qual é o assunto do texto a partir da leitura de seu título? O que eu sei sobre esse assunto?

Durante a leitura: Questões orientadoras: Quais são as principais ideias apresentadas? Que informações sustentam tais ideias?

Após a leitura: Discussão do texto em grande grupo, resposta por escrito sobre a ideia central do texto.

TDC 04 “As outras Dollies”

Antes da leitura: Questionamento inicial: Qual é o assunto do texto a partir da leitura de seu título? O que eu sei sobre esse assunto?

Durante a leitura: Questões orientadoras: Quais são as principais ideias apresentadas? Que informações sustentam tais ideias?

Após a leitura: Discussão do texto em grande grupo, resposta por escrito sobre a ideia central do texto.

Lição de casa: A- Leitura e análise do TDC 05 “DNA de campeão?”

Questões de verificação da leitura:

1- Por que a expressão mutação genética não deve ser interpretada somente como um risco ao desenvolvimento de doenças?

2- Quais vantagens estão associadas ao uso de marcadores genéticos na identificação de atletas?

3- Por que o uso do perfil genético não basta para a identificação de um atleta campeão?

B- Pesquisa sobre as consequências da produção e do uso de OGM.

### **Aula 5**

Leitura e análise dos TDC 06 : “Salmão transgênico para alimentação humana” e 07 “Ovos de galinha transgênica para doença rara”.

A leitura dos textos em sala de aula servirá de motivação para o início da discussão e debate sobre os riscos e os benefícios para as populações humanas da produção e uso de organismos geneticamente modificados na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos, entre outros. Os alunos serão divididos em dois grupos, sendo que em um deles eles apresentará argumentos a favor da produção e uso de transgênicos e o outro apresentará argumentos contra.

A base da argumentação será o resultado da pesquisa individual realizada pela turma na lição de casa B pedida ao final da aula 04.

### **Aula 6**

Avaliação. Duração 01 (uma) aula de 50 (cinquenta minutos). Reaplicação do questionário inicial.

## APÊNDICE B - QUADROS DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE TEXTUAL

Quadro 15 - Respostas dadas pelos alunos à Q1T1.

Texto 1: Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?					
Questão 1- De acordo com o primeiro parágrafo do texto, como ocorre a determinação do sexo em seres humanos?					
Respostas		Exemplos	Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos	
Sem relação com o texto	Corretas	“A determinação do sexo nos seres humanos ocorre pelo homem (macho)”	6, 7	14,28	
		“O homem contém os cromossomos XY e a mulher XX”	15		
	Incorretas	“Com a determinação dos cromossomos em animais, a mulher XY e o homem XO”	3	9,52	
		“Nos seres humanos em especial os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas – ou seja, células que não são germinativas como espermatozoides e ovócitos secundários”	14		
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	“Em algumas outras espécies animais, cromossomos chamados de xis quase estão em pauta. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo, que chamamos de XY e X0”	5	14,28
			“Em determinados situados os cromossomos sempre está em pauta, que fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo, que chamamos de XY e X0”	17	
			“São divididos em duas partes de dois sistemas de determinação de sexo, que chamamos de XY e X0”	19	
	Total	“Cromossomos chamados de xis quase sempre estão em pauta. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo que chamamos de XY e X0”	21	4,76	
Sem cópia	Parcialmente correta	“A determinação dos cromossomos definem o sexo (XY e X0)”	2,16	28,56	
		“A determinação do sexo nos seres humanos ocorre de acordo com os cromossomos XY e X0”	4,10		
		“A determinação sexual em seres humanos, quem define o sexo são os cromossomos XY e X0”	18, 24		
	Incorreta	“A determinação do sexo em seres vivos, ocorre de acordo com os sistemas XY e X0”	13	14,28	
		“ A determinação do sexo em seres humanos é definida por X (sistemas XY e X0)”	8, 23		
	Com cópia reformulada		“A determinação do sexo em seres humanos, ocorre com a utilização de cromossomos. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo, chamados XY e X0”. Este é o sistema cromossômico”	9	4,76
Sem resposta textual		“XY e X0”	11, 20	9,52	

Fonte: autoria própria.

Quadro 16 - Respostas dadas pelos alunos à Q2T1.

Texto 1: Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?						
Questão 2- Quais são os conceitos presentes no segundo e no terceiro parágrafo do texto?						
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)	
Sem relação ao texto	Corretas	“O ser humano é formado por 23 pares de cromossomos, é o último par que dá a composição da formação do órgão reprodutor, ou seja, as mulheres possuem XX e os homens XY, onde da sua origem sexual.”		10	4,76	
Sem relação ao texto	Corretas	“O ser humano é formado por 23 pares de cromossomos, é o último par que dá a composição da formação do órgão reprodutor, ou seja, as mulheres possuem XX e os homens XY, onde da sua origem sexual.”		10	4,76	
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	Correta	Não houve.	-	0
			Incorreta	“Que no conjunto total dos cromossomos em seres humanos é 46. Nas mulheres eles se encontram aos pares, em dose dupla, enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis”	3	33,3
				“O conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas. Que mulheres possuem mais cromossomos”	11	
				“Os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas.”	18, 24	
				“Nos seres humanos os cromossomos fazem parte de conjunto total de 46 cromossomos tanto homem como a mulher um dos cromossomos xis de sua mãe, porém, as mulheres recebem o seu segundo X do seu pai.”	21	
				“Nas mulheres eles se encontram aos pares, em dose dupla, enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis”	7	
			“Que tem 46 cromossomos presentes nas células somáticas, nas mulheres, que se encontram aos pares em dose dupla enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis, que mantêm um cromossomo de sua mãe e as mulheres recebem o segundo xis dos pais.”	17		
	Total	Correta	Não houve	-	0	
		Incorreta	“Nos seres humanos, em especial, os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas. Falando em herança, tanto os homens quanto as mulheres mantêm um cromossomo xis de sua mãe. Sendo que as mulheres recebem o seu segundo X do pai”	5, 6	14,28	
			“Nas mulheres, eles se encontram aos pares, em dose dupla, enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis. Falando em herança tanto os homens quanto as mulheres mantêm um dos cromossomos xis de sua mãe sendo que as mulheres recebem o segundo X do pai.”	14		
Sem cópia	Incorreta	Correta	Não houve	-	33,32	
		“Fala sobre a herança de cromossomos “deixados” pelos pais.”	2, 8, 16, 23			
		“O conceito de existir 46 cromossomos no corpo humano, sendo na mulher X em pares e no homem apenas um X, e inclui também o fato da mulher receber cromossomo materno e paterno como herança já o homem recebe apenas o materno”	13			
		“Fala que o cromossomo X faz parte de 46 cromossomos presente nas células somáticas.”	20			
		“Os seres humanos são compostos por 46 células, nas mulheres elas sempre se encontram em duplas, já no homem elas se encontram sempre sozinhas”	15			
	Com cópia reformulada	“As mulheres recebem um cromossomo materno e um paterno (XX), já o homem recebe apenas o cromossomo de sua mãe (XY)”				
		“Nos seres humanos os cromossomos xis fazem parte do conjunto de 46 cromossomos presentes nas células somáticas de modo que nas mulheres eles se encontram aos pares, diferente do homem que tem um só cromossomo xis”		4	14,28	
		“Está falando sobre a mulher e o homem manter um cromossomo xis de sua mãe, sendo que as mulheres recebem o seu segundo X do pai.”	19			
“Nos seres humanos, os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas. As mulheres têm um cromossomo xis materno e um paterno, enquanto qualquer homem carrega apenas a herança de sua mãe em seu único cromossomo xis.”		9				

Fonte: Autoria própria.

Quadro 17 - Respostas dadas pelos sujeitos de pesquisa à Q3T1.

Texto 1: Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?						
Questão 3- Releia os parágrafos 4 e 5 e responda qual é a importância do cromossomo xis.						
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos	
Sem relação com o texto	Corretas	Não houve		-	19,04	
	Incorretas	“Ele possui genes e uma série de doenças.”		5		
		“Ele possui genes com uma série de doenças”		15, 21		
		“É importante pois esse cromossomo começa genes que são capazes de entender uma série de doenças.”		8		
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	“Sua importância está relacionada ao fato de esse cromossomo carregar os genes importantes para se compreender uma série de doenças.”	4, 10, 11, 18, 24	28,56	
			“A importância do cromossomo xis está relacionada ao fato desse cromossomo carregar os genes importantes para se entender uma série de doenças, algumas com aspectos fenotípicos bastante complicados. Um exemplo é o padrão de herança da hemofilia, já que os genes relacionados aos fatores de coagulação encontram-se somente no cromossomo xis. O indivíduo que tem hemofilia, já nasce com essa doença.”	9		
	Total	“Ele é formado por aproximadamente 153 milhões de pares de bases, contendo cerca de 1400 genes. Sua importância também está relacionada ao fato desse cromossomo carregar os genes importantes para se entender uma série de doenças, algumas com aspectos fenotípicos bastante complicados.”		6, 7, 14	19,04	
		“Pois cerca e 5% do total de DNA feminino, e 2,5% do masculino estão presentes em milhares de base, formando pares, sua importância também está relacionada ao fato de esse cromossomo carregar genes importantes para se entender a uma série de doenças, alguns aspectos bem complicados.”		17		
Sem cópia	Correta	Não houve			23,78	
		Incorreta	“É importante pois esse cromossomo carrega genes que são capazes de entender doenças”			2, 16, 23
			“Ele carrega os genes mais importantes para entender uma série de doenças e é ele o cromossomo X quem forma o nosso DNA.”			13
	Com cópia reformulada	“Sem o cromossomo xis não tem como o padrão de herança da hemofilia, já que os genes relacionados aos fatores de coagulação encontram-se somente no cromossomo xis.”		19		
		“Além de ser formado por aproximadamente 153 milhões de pares de bases, e também o fato de esse cromossomo carregar os genes importantes para se entender uma série de doenças, algumas com os aspectos fenotípicos bastante complicados.”		3	9,52	
		“Carrega genes importantes para se entender várias doenças.”		20		

Fonte: Autoria própria.

Quadro 18 - Respostas dadas pelos alunos à Q4T1.

Texto 1: Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?				
Questão 4- O sexto parágrafo aborda um conceito importante em genética. Que conceito é esse? Procure seu significado em um dicionário ou em um livro didático de biologia.				
Respostas	Exemplos	Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)	
Identificação de cariótipo como conceito abordado	“ Conjunto de características dos cromossomos de um indivíduo ou de uma célula. ”	2, 8, 16, 23	76,19	
	“Cariótipo é o conjunto de cromossomos cujas características são próprias de uma espécie ou de seus gametas.”	4, 9,13		
	“O conjunto de cromossomos de um indivíduo”	7		
	“Cariótipo é o conjunto de cromossomos que determina várias doenças”	11		
	“Cariótipo é o conjunto de características dos cromossomos de um indivíduo ou de uma célula. ”	5, 15, 20, 21		
	“O conjunto de cromossomos de um indivíduo cujo número e morfologia são característicos de uma espécie ou de seus gametas.”	6, 18, 24		
Não identificação do conceito abordado	Cópia de trecho do texto	“A maioria dos professores de biologia e seus estudantes sabe de tudo isso do mesmo modo que sabem montar belos cariótipos a partir de fotos de metáfases.”	3, 14	9,52
	Resposta sem relação com o texto	“O conceito é localizar e parear os cromossomos sexuais. ”	10	14,28
		“Genética- ciências naturais, ramo da biologia que estuda as leis de transmissão das características hereditárias nos indivíduos.”	17, 19	
		“O conceito é de 48 cromossomos (tal qual os macacos) em vez de 46 que hoje cromossomos facilmente,”		

Fonte: Autoria própria.

Quadro 19 - Respostas dadas pelos alunos à Q5T1.

Texto 1: Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?				
Questão 5- Releia os parágrafos 9 e 10 e responda por que o cromossomo xis recebeu este nome.				
Respostas	Exemplos	Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)	
Sem relação com o texto	Não houve	-	-	
Com relação ao texto	Com cópia	“Foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato! Um legado da álgebra, onde o símbolo “X” representa até hoje um valor desconhecido, uma incógnita.”	3, 4, 11, 14, 15, 17	66,64
		“Foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato. Seu nome também não tem nada a ver com sua forma.”	5	
		“Foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato. Seu nome também não tem nada a ver com sua forma e resulta tão somente de que sua descoberta tenha se dado logo em seguida ao cromossomo xis.”	9	
		“Um legado da álgebra, onde o “X” representa até hoje um valor desconhecido, uma incógnita.”	20, 21	
		“Foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato. ”	10, 18, 24	
		“O símbolo X representa até hoje um valor desconhecido.”	19	
		Sem cópia	“Por conta da álgebra, onde o “x” é desconhecido.”	
	“Por causa da estranheza da sua natureza”		6, 7	
	“Porque eles representam uma incógnita, que no final terá o resultado de um nascimento de uma criança macho ou fêmea”		13	
	Com cópia reformulada	Não houve	-	-

Fonte: Autoria própria.

Quadro 20 - Respostas dadas pelos alunos à Q1T2.

Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco					
Questão 1- Releia os parágrafos 1 e 2 e identifique sua ideia central.					
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)
Sem relação com o texto	Corretas	Não houve.		-	
	Incorretas	Não houve.		-	
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial (com omissão de palavras)	“O fumo além de causar inumeráveis reveses à saúde pode-se também afetar os cromossomos sexuais masculinos.”	3	12,5
		Total	“O fumo além dos inumeráveis reveses clássicos que provoca à saúde, pode também afetar os cromossomos sexuais masculinos.” Os homens que fumam são três vezes mais propensos a danificar ou perder em suas células sanguíneas, o famoso cromossomo Y.”	9, 13	25
	Sem cópia	“A ideia central do texto aborda homens fumantes com estimativas de danificar ou perder seus cromossomos Y.”		4	50
		“O primeiro parágrafo demonstra que o fumo (tabaco) afeta o corpo masculino no cromossomo sexual e o segundo parágrafo dá ênfase ao assunto afirmando que os homens fumantes são três vezes mais propensos a danificar ou perder o cromossomo Y.”		10	
		“O assunto central é sobre os cromossomos Y. Os clássicos danos que provoca à saúde.”		19	
		“Homens fumantes são mais propensos a perder ou danificar os cromossomos Y do que os não fumantes.”		22	
Com cópia reformulada	“Não foi surpresa que a comunidade científica recebeu a instigante notícia: se comparados a não fumantes, os homens que fumam são três vezes mais propensos a danificar ou perder em suas células sanguíneas, o famoso cromossomo Y.”		14	12.5	

Fonte: Autoria própria.

Quadro 21 - Respostas dadas pelos alunos à Q2T2.

<b>Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco</b>					
<b>Questão 2- Como é determinado o sexo na espécie humana de acordo com o terceiro parágrafo do texto?</b>					
<b>Respostas</b>		<b>Exemplos</b>		<b>Sujeito de pesquisa</b>	<b>Porcentagem de sujeitos (%)</b>
<b>Sem relação com o texto</b>	<b>Corretas</b>	Não houve.		-	-
	<b>Incorretas</b>	Não houve.		-	-
<b>Com relação ao texto</b>	<b>Com cópia</b>	<b>Parcial</b>	“Indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. O sexo na espécie humana é determinado por um desses pares, que servem para determinar nossas características.”	9, 13	37,5
			“Nas mulheres a dupla responsável por essa função é composta por dois cromossomos do tipo X. Já nos homens a formação do cromossomo do tipo X e outro Y.”	19	
	<b>Total</b>		“Começamos pelo básico: indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. Um desses pares serve para determinar, entre outras coisas, nossas características sexuais.”	14	25
			“Indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. Um desses pares serve para determinar, entre outras coisas, nossas características sexuais. Nas mulheres, a dupla responsável por essa função é composta por dois cromossomos do tipo X. E nos homens, diferentemente, é formado por um cromossomo do tipo X e outro do tipo Y.”	3	
<b>Sem cópia</b>	<b>Correta ou parcialmente correta</b>		“Entre os 23 pares de cromossomos um serve para determinar as características sexuais de modo que nas mulheres o responsável é composto por dois cromossomos do tipo X, enquanto nos homens o par é formado por um cromossomo do tipo X e outro do tipo Y.	4	37,5
			“O ser humano é formado por 23 pares de cromossomos, é o último que dá a composição da formação do órgão reprodutor, ou seja, as mulheres possuem XX e os homens XY, onde da sua origem sexual.”	10	
			“Nas mulheres são dois cromossomos X e nos homens um cromossomo X e outro Y.	22	
	<b>Incorreta</b>	Não houve.		-	-

Fonte: Autoria própria.

Quadro 22 - Respostas dadas pelos alunos à Q3T2.

<b>Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco</b>						
<b>Questão 3- Qual é o problema para quem tem o material genético do cromossomo Y danificado? Releia os parágrafos 4 e 5 para responder a questão.</b>						
<b>Respostas</b>		<b>Exemplos</b>		<b>Sujeito de pesquisa</b>	<b>Porcentagem de sujeitos (%)</b>	
<b>Sem relação com o texto</b>	<b>Corretas</b>	<b>Não houve.</b>		-	-	
	<b>Incorretas</b>	<b>Não houve.</b>		-	-	
<b>Com relação ao texto</b>	<b>Com cópia</b>	<b>Parcial</b>	“O dano danificado do cromossomo Y estão muito provavelmente associados de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina”	3,14	<b>50</b>	
			“O problema para quem tem o cromossomo Y danificado, segundo os autores do estudo, é provavelmente associados ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina.”	13,9		
		<b>Total</b>	“Danos ao cromossomo Y segundo os autores do estudo, estão muito provavelmente associados ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina.”	19	<b>12,5</b>	
	<b>Sem cópia (interpretação pessoal)</b>	<b>Correta ou parcialmente correta</b>		“Na população masculina aumenta-se o risco de tumores e diversos tipos de câncer.”	22	<b>25</b>
				“Segundo estudiosos, a população masculina que tem o material genético do cromossomo Y danificado tem como consequência um provável desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer.”	4	
		<b>Incorreta</b>	“Homens que perdem ou danificam o seu cromossomo Y começam a desenvolver mudanças em seus corpos, criando uma mutação genética, afetando seu organismo e resultando no desenvolvimento de tumores em diversas regiões de seus corpos.”	10	<b>12,5</b>	

Fonte: Autoria própria.

Quadro 23- Respostas dadas pelos alunos à Q4T2.

Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco					
Questão 4- Como o fato do tabagismo ter consequências mais severas para os homens que para as mulheres é explicado pelo texto? Responda com base nas informações oferecidas nos parágrafos 7 e 8.					
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)
Sem relação com o texto	Corretas	Não houve.		-	-
	Incorretas	Não houve.		-	-
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	Não houve.		
		Total	“Particularmente problemático para o cromossomo Y, apenas os homens tem esse cromossomo parece razoável supor que o tabagismo seja mais prejudicial para eles do que para elas.”	19	37,5
			“Dados epidemiológicos mostram que fumantes homens têm maior risco de desenvolvimento de tumores em vários lugares do corpo: laringe, boca, traqueia, bexiga, ossos.”	3, 14	
Sem cópia	Correta ou parcialmente correta		“Porque somente os homens tem o cromossomo Y, por essa razão afirma-se que o fumo é mais prejudicial a eles, também se tem um aumento em vários tipos de câncer do que nas mulheres fumantes.”	22	50
			“Pelo fato do cigarro ser problemático para o cromossomo Y e apenas os homens têm esse cromossomo, mas também homens fumantes correm mais riscos de desenvolvimento de câncer em várias partes do corpo como laringe, boca, traqueia, bexiga e ossos. ”	4	
			“É explicado através dos cromossomos... é suposto que o cigarro é particularmente problemático para o cromossomo Y, então o tabagismo é mais prejudicial para os homens do que as mulheres.”	13	
			“O tabagismo tem consequências mais severas para os homens que para as mulheres, porque os homens possuem o cromossomo Y e o cigarro é particularmente problemático para esse cromossomo.”	9	
	Incorreta	“O tabaco afeta diretamente o cromossomo Y que só os homens possuem, e quando afeta este cromossomo acaba resultando em tumores generalizados, não apenas pulmonar, como também na faringe, boca, bexiga, etc.”	10	12,5	

Fonte: Autoria própria.

Quadro 24 - Respostas dadas pelos alunos à Q5T2.

Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco					
Questão 5- Qual é a ideia central do nono parágrafo?					
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)
Sem relação com o texto	Corretas	Não houve.		-	-
	Incorretas	“O 9º parágrafo explica que o cromossomo também serve para evitar problemas no corpo masculino, ou seja, evita doenças, caso o homem perca esse cromossomo (Y) faz com que sejam incapazes de perceber mudanças em seu organismo, eventualmente deixando propícios a doenças como a tuberculose.”		10	12,5
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	Não houve.	-	-
		Total	“As células sanguíneas que acabam perdendo o cromossomo Y podem ter reduzida sua resposta imune. Resultado: tornam-se incapazes de reconhecer a formação de um eventual tumor-abrindo caminho para o desenvolvimento de um câncer.”	9, 13	25
	Sem cópia (interpretação pessoal)	Correta ou parcialmente correta	“Que depois que a célula sanguínea perde o cromossomo Y, reduzem sua resposta imune, perdendo a capacidade de identificar a formação de um eventual tumor.”	22	25
			“Está falando de células sanguíneas que acabam perdendo o cromossomo Y podem ter reduzida sua resposta imune.”	19	
	Incorreta	“O desenvolvimento de um câncer através da perda do cromossomo Y nas células sanguíneas”.	4	37,5	
		“Que eles tornam-se incapazes de reconhecer a formação de um eventual tumor, abrindo-se o desenvolvimento do câncer.”	3, 14		

Fonte: Autoria própria.

Quadro 25 - Respostas dadas pelos alunos à Q6T2.

Texto 2: Fumantes: cromossomo sexual em risco					
Questão 6- O 11º parágrafo fala sobre substâncias mutagênicas e carcinogênicas, qual é o significado destes termos?					
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)
Com cópia		“A droga tem centenas de substâncias tóxicas muitas delas sabidamente mutagênicas e carcinogênicas.”		19	12,5
Sem cópia (interpretação pessoal)	“A principal matéria que é muito prejudicial a saúde é a droga pois tem centenas de substâncias tóxicas.”		3, 14	75	
	“O tabaco possui nicotina que é um dos fatores que causam transtornos genéticos, que provocam mutagênicos e carcinogênicos ao seu organismo.”		10		
	“Substâncias mutagênicas e carcinogênicas são substâncias tóxicas presentes em algumas drogas como a nicotina.”		4, 9,13		
Outras fontes		“Mutagênico: agente físico, químico ou biológico que causa mutação. Carcinogênico: substância que tem como propriedade causar câncer.”		22	12,5

Fonte: Autoria própria.

Quadro 26- Respostas dadas pelos alunos à Q7T2.

Questão 7- Qual é a boa notícia revelada no último parágrafo do texto?						
Respostas		Exemplos		Sujeito de pesquisa	Porcentagem de sujeitos (%)	
Sem relação com o texto	Corretas	Não houve.		-	-	
	Incorretas	Não houve.		-	-	
Com relação ao texto	Com cópia	Parcial	Não houve.		-	-
		Total	“Que a perda do cromossomo Y pode ser reversível. ”		3,14,22	75
			“É que com relação ao cromossomo Y, as células sanguíneas de <u>ex-</u> fumantes mostram-se praticamente iguais às de pessoas que nunca fumaram. ”		13	
			“É que com relação ao cromossomo Y, as células sanguíneas de <u>ex-</u> fumantes mostram-se praticamente iguais às de pessoas que nunca fumaram. Nossos resultados indicam que a perda do cromossomo XY pode ser reversível. ”		9	
	“Nossos resultados indicam que a perda do cromossomo XY pode ser reversível. ”		19			
	Sem cópia	Correta ou parcialmente correta	“Através de pesquisas perceberam que <u>ex-fumantes</u> conseguem recuperar seus cromossomos, como se fosse iguais as pessoas não fumantes.”		10	12,5
		Incorreta	Não houve.		-	
Com cópia reformulada	“A boa notícia é que a perda do cromossomo Y pode ser reversível em que as células sanguíneas de <u>ex-</u> fumantes mostram-se praticamente iguais às de pessoas que nunca fumaram.”		4	12,5		

Fonte: Autoria própria.

Quadro 27- Ideias centrais do texto 3 identificadas pelos alunos.

Texto 3: O legado de um monge invisível					
Questão – Identifique a ideia central do texto.					
Respostas	Ideias Centrais				
	O trabalho de Mendel como base da genética (A)	Características da pesquisa de Mendel (B)	Reconhecimento tardio dos trabalhos de Mendel (C)	Motivos para a descoberta de Mendel ser ignorada na época de sua publicação (D)	Aspectos da história de vida de Mendel (E)
Sujeito 01: “Mendel passou quase sete anos cultivando quase 30 mil plantas de ervilha, ele dissecava minuciosamente para obter os cruzamentos controlados que lhe permitiriam entender características simples, mas suas pesquisas só foram reconhecidas depois de sua morte.”		X	X		
Sujeito 03: “Mendel passou quase sete anos cultivando cerca de 30 mil plantas de diferentes tipos de ervilha, em que ele entendera como características simples, como a cor e o formato das sementes, eram transmitidas de uma geração para outra. Muitos depois de sua morte Mendel foi reconhecido por suas ervilhas”.		X	X		
Sujeito 04: “A ideia central aborda um pouco da história de vida de <u>Gregor</u> Johann Mendel desde a sua vida como monge até seus experimentos com ervilhas que deram origem à genética, porém só três décadas depois dele ter morrido estes foram reconhecidos.”			X		X
Sujeito 05: “Foi publicado um trabalho que ficou conhecido como base na genética . “Experimentos em hibridização de plantas em março de 1865, na época parte da Áustria. Mendel passara sete anos cultivando 30 mil plantas de ervilha. A lei da Segregação afirma que cada indivíduo recebe dois fatores dos pais.”	X	X			
Sujeito 06: “Fala sobre Mendel e sobre os seus experimentos que deram origem à genética e como foram ignorados. Mendel era um monge.”	X		X		X
Sujeito 09: “O texto apresentado refere-se a <u>Gregor</u> Johann Mendel. Este foi um monge religioso que passara sete anos cultivando quase 30 mil plantas de ervilha, a fim de fazer experimentos que deram origem à genética. Ele dissecara partes reprodutivas minuciosamente para obter os cruzamentos controlados que lhe permitiriam entender como características simples, como a cor das flores e o formato das sementes, eram transmitidas de uma geração para outra. O físico e historiador da ciência José <u>Caluzi</u> , explica que Mendel é um exemplo de prematuridade científica, porque suas conclusões não se conectavam com o pensamento do período. Para <u>Caluzi</u> , outros fatores contribuíram para o fato de Mendel não ter sido reconhecido.”	X	X	X	X	
Sujeito 10: A ideia central relata que a partir dos experimentos que <u>Gregor</u> Mendel fazia com ervilhas deu origem à genética. Mendel por sete anos de sua vida passou a cultivar 30 mil plantas de ervilha, fazia dissecação nas mesmas para entender como as características mais simples eram passadas de geração em geração. Mendel só foi reconhecido depois de morto, naquela época não deram muita importância para o seu trabalho, pois ele era um simples monge. Sua pesquisa só se deu o realmente valor no século XX, quando outras começaram a pensar como ele e valorizar seu trabalho. Mendel não teve reconhecimento em sua época pois seu pensamento estava além da compreensão dos outros.”	X	X	X	X	X

Sujeito 12: Fala sobre a vida de um monge chamado Mendel que ficou conhecido pela base da genética, e estava no mosteiro mais por ímpeto científico do que vocação.	X				X
Sujeito 13: “O texto trata de falar como era a vida de <u>Gregor Johann Mendel</u> , de suas descobertas e de como era monge. O texto traz informação de como o trabalho não teve valor na época, porém, depois de 3 séculos passou a ter o devido reconhecimento.”			X		X
Sujeito 14: “Há 150 anos, em 1866, foi publicado um trabalho que ficou conhecido como a base da genética: “Experimentos em hibridização de plantas”, de <u>Gregor Johann Mendel</u> ... Suas conclusões foram recebidas com uma indiferença que em nada sugeria o reconhecimento que viria mais tarde.”	X		X		
Sujeito 15: “ <u>Gregor Mendel</u> foi o primeiro humano a fazer o cruzamento entre plantas chegando à conclusão de que o indivíduo recebe dois fatores dos pais e que elas desapareciam conforme os anos, Mendel ficou conhecido e sua <u>geniosidade</u> é uma das maiores descobertas do mundo.”					
Sujeito 16: “ Fala dos experimentos de Mendel que deram origem à genética e como foram ignorados na época (século XIX).”	X		X		
Sujeito 17: A ideia central é sobre a base da genética, sobre os experimentos. Que suas conclusões foram recebidas com uma indiferença que em nada sugeria o reconhecimento que viria mais tarde.”	X		X		
Sujeito 18: “ O texto fala sobre a vida de <u>Gregor Mendel</u> e a sua teoria não aceita pelos cientistas da época.”			X		
Sujeito 19: “Sobre a genética de vários tipos de pessoas. Falando também sobre várias mortes de homens que foram importantes e tiveram mortes talvez até meio estranhas.”					
Sujeito 20: “ A ideia central é contar sobre a vida de Mendel, que foi um monge, porém não era pela religião e sim pelo estudo.”					X
Sujeito 21: “Fala sobre a vida de Mendel que era monge pelos estudos não pela religião. No século XIX deu a origem à genética e como foram ignoradas.	X				
<b>Total: 17 sujeitos</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Porcentagem (%) de sujeitos</b>	<b>52,94</b>	<b>29,41</b>	<b>64,70</b>	<b>11,76</b>	<b>35,29</b>

Fonte: Autoria própria.

\*A resposta do sujeito 19 não apresenta relação com o texto estudado não sendo, portanto, incluída em nenhum dos grupos. Para efeito dos cálculos de porcentagens a mesma foi desconsiderada.

Quadro 28- Ideias centrais do texto 4 identificadas pelos alunos.

Texto 4: As outras <u>dollies</u>					
Questão – Identifique a ideia central do texto					
Respostas	Ideia Central				
	As quatro ovelhas irmãs da Dolly não apresentam sinais de envelhecimento precoce	Quatro ovelhas foram clonadas	Os cientistas buscam saber se os clones são saudáveis ou envelhecem precocemente	Como ocorreu o processo de clonagem da ovelha Dolly e suas dificuldades	A história da vida da ovelha Dolly
Sujeito 01: “ Fala das quatro ovelhas que foram clonadas e a que a ciência quer saber se clones são saudáveis ou se envelhece precocemente.”		X	X		
Sujeito 03: “Dolly, a primeira ovelha a ser clonada e não apresenta sinais de envelhecimento precoce. Ela se tornou o animal mais famoso do planeta porque foram feitas 277 fusões (núcleo mais óvulo), obtidos 29 embriões, mas só um chegou a termo. Foi criada em 8 de fevereiro de 1996 e nasceu em 5 de julho daquele ano, mas foi apresentada ao mundo apenas no início de 1997”.				X	X
Sujeito 04: “A ideia central do texto é sobre o caso das quatro <u>Dollies</u> clonadas à partir da ovelha Dolly, mas diferentemente não apresentam sinais de envelhecimento precoce e fala da história e da repercussão da clonagem do primeiro mamífero, no caso, a Dolly.”		X			X
Sujeito 06: “Fala sobre o processo de clonagem e das 4 gêmeas, Dolly foi a única a envelhecer mais rápido.”		X			
Sujeito 09: “O texto retrata sobre as gêmeas idênticas do primeiro mamífero clonado, a ovelha Dolly. Elas estão bem de saúde e não mostram sinais de envelhecimento precoce, como ocorreu com a gêmea idêntica delas, há cerca de uma dúzia de anos. Dolly foi mãe de seis – “vive hoje no Museu Nacional da Escócia, em Edimburgo. Embalsamada. Ela segue (merecidamente) sendo o animal mais famoso do século passado. E, talvez, ainda deste.”	X				X
Sujeito 10: “A ideia central faz um levantamento de uma série de questões como a clonagem com a Dolly deu certo, pois até eles ainda questionam de que conseguiram fazer tal descobrimento. Porém Dolly acabou falecendo por conta de um vírus que causou lesões pulmonares nela, a preocupação atual dos pesquisadores é de que Dolly tenha <u>osteoastrite</u> mas era muito nova para desenvolver esse quadro, que é para velhos.”				X	
Sujeito 12: “Fala de ovelhas que tinham sucesso no processo de clonagem, diferente de uma outra ovelhinha, a Dolly, que foi o primeiro mamífero clonado.”	X				

Sujeito 13: “Todos os processos positivos e negativos obtidos a respeito da ovelha Dolly (o 1º mamífero clonado). Mostra que tal ovelha ficou conhecida como animal mais famoso do século, apesar de ter morrido com apenas 6,5 anos. O texto mostra que após a morte de Dolly foi visto que havia problemas com a clonagem, e isso traz discussões até os dias de hoje.”				X	X
Sujeito 14: “No início de 1997, quando Dolly foi anunciada ao mundo jornalistas de dezenas de países se alvoroçavam em torno do Instituto <u>Roslin</u> , na Escócia. As personagens da hora eram Dolly e seu “criador” o <u>embriologista Wilmut</u> . Para dar alguma sensação de proximidade com os fatos vale dizer que este signatário trabalhava ali ao lado em Londres, e solicitou ao <u>Roslin</u> permissão para visitar Dolly e entrevistar pesquisadores. Resposta (à época por fax): não. O jornalista insiste e diz que quer apenas ver a Dolly e dar um rápido passeio pelo local. Nossa resposta: não.”					
Sujeito 15: “As <u>Dollies</u> foram os primeiros mamíferos a serem clonados, os envolvidos na clonagem não sabem até hoje como tudo isso deu certo , foram 277 fusões e 29 embriões. O caso Dolly ficou mundialmente conhecido a mão delas está em um Museu Nacional da Escócia, em Edimburgo.”				X	
Sujeito 16: “Fala sobre as gêmeas idênticas do primeiro mamífero clonado, como estão bem de saúde ao contrário de Dolly que acabou contraindo doenças e morrendo.”	X				
Sujeito 17: “A clonagem da ovelha Dolly e sobre a clonagem de <u>Debie</u> , Denise, Diane e Dayse e que estas estão bem de saúde e que não mostram sinais de envelhecimento precoce.” “As quatro ovelhas com o “D” clonadas.	X	X			
Sujeito 18: “Fala sobre uma ovelha que foi clonada, a ideia central é tentar mostrar se a clonagem podia ser um benefício para a humanidade.”					
Sujeito 18: “Fala sobre uma ovelha que foi clonada, a ideia central é tentar mostrar se a clonagem podia ser um benefício para a humanidade.”					
Sujeito 19: “Sobre a clonagem da ovelha Dolly que foi caso muito estranho que fala da questão de ter pegado uma ovelha fêmea de uma genética diferente a de uma ovelha masculina e saindo uma ovelha com as duas genéticas muito diferentes.”					
Sujeito 20: “A ideia central é sobre o processo de clonagem e as gêmeas da Dolly não terem sinais de envelhecimento precoce como a Dolly teve.”	X			X	
Sujeito 22: “Fala sobre o processo de clonagem e sobre as gêmeas e sobre o envelhecimento de uma, a Dolly. Das quatro, a Dolly foi a única a ter envelhecido precocemente.	X			X	
Total 16 sujeitos	06	04	01	06	04
Porcentagem (%) de sujeitos	37,5	25	6,25	37,5	25

Fonte: Autoria própria. \*A ideia identificada pelo sujeito 18 não é abordada no texto, por isso, não foi incluída em nenhum grupo e não foi considerada para o cálculo das porcentagens.

## APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO DA ESCOLA

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

A E. E. Prof. Orlando Perez, por meio de sua diretora, Renata dos Santos, RG 25.672.426-X, nacionalidade brasileira, foi convidada a participar do projeto de pesquisa de mestrado O USO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM AULAS DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA, cujo objetivo principal era elaborar e aplicar uma sequência didática com conteúdos teóricos de genética utilizando como recurso didático textos de divulgação científica (TDC) numa perspectiva CTS a fim de avaliar a contribuição desses textos para o desenvolvimento de habilidades leitoras bem como promover a consolidação de conceitos de genética previamente estudados.

A pesquisa foi desenvolvida por Elizandra Paulino dos Santos, RG 331468670, nacionalidade brasileira, mestranda em Educação do Programa de Pós – Graduação Profissional em Educação (PPGPE) da Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise de Freitas.

A pesquisadora ficou à disposição para esclarecimentos sempre que for necessário, pelo telefone (16) 99205 5141 e e-mail: [elizandrapaulinodossantos@gmail.com](mailto:elizandrapaulinodossantos@gmail.com).

A participação da escola no referido estudo se deu por meio da participação de uma turma do 2º ano do Ensino Médio na aplicação da sequência didática nos meses de outubro e novembro de 2016. Foi garantido o sigilo das informações por meio da não identificação da turma e dos nomes dos participantes.

A escola autoriza que os resultados da pesquisa sejam publicados e /ou apresentados em revistas científicas e congressos desde que o sigilo sobre os participantes seja mantido.

Tendo sido orientada quanto ao teor do todo aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

São Carlos, 30 de janeiro de 2018.



Assinatura da diretora da escola

Renata dos Santos  
R.G.: 25.672.426-X  
Diretor - Substituto

Elizandra P. Santos

Elizandra Paulino dos Santos  
Mestranda responsável pela pesquisa

## ANEXO A - TDC 01 Por que o cromossomo X humano recebeu esse nome?

*Dois professores de biologia explicam a origem nominal e as características da estrutura genética encontrada em dobro nas mulheres.*

Paulo Roberto Jubilut

Marcelo Valério



*imagem: Eraxion/ istockphoto*

Quando falamos de determinação sexual em seres humanos e em algumas outras espécies animais, cromossomos chamados de xis quase sempre estão em pauta. Esses cromossomos fazem parte de dois sistemas de determinação de sexo, que chamamos de XY e X0.

Nos seres humanos, em especial, os cromossomos xis fazem parte do conjunto total de 46 cromossomos presentes nas células somáticas – ou seja, células que não são germinativas, como espermatozoides e ovócitos secundários. Nas mulheres eles se encontram aos pares, em dose dupla, enquanto nos homens somente existe um cromossomo xis.

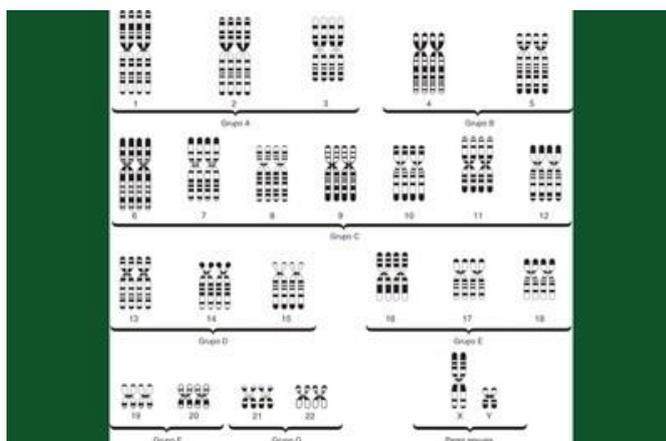
Falando em herança, tanto os homens quanto as mulheres mantêm um dos cromossomos xis de sua mãe, sendo que as mulheres recebem o seu segundo X do pai. Ou seja, mulheres têm um xis materno e um paterno, enquanto qualquer homem carrega apenas a herança de sua mãe em seu único cromossomo xis.

Faltou dizer que ele é formado por aproximadamente 153 milhões de pares de bases, contendo cerca de 1.400 genes. E isso representa uma parte significativa de nosso genoma: cerca de 5% do total de DNA presente nas células femininas e 2,5% nas masculinas.

Sua importância também está relacionada ao fato de esse cromossomo carregar os genes importantes para se entender uma série de doenças, algumas com aspectos fenotípicos bastante complicados. Um bom exemplo é o padrão de herança da hemofilia, já que os genes relacionados aos fatores de coagulação encontram-se somente no cromossomo xis. O indivíduo que tem hemofilia já nasce com essa doença e seu corpo sofre para estancar até mesmo o sangramento de um corte superficial. O interessante é que a dosagem diferencial entre homens e mulheres faz com que tal moléstia se expresse de maneira absurdamente mais frequente no sexo masculino.

## Uma incógnita

A maioria dos professores de biologia e de seus estudantes sabe de tudo isso, do mesmo modo que sabem montar belos cariótipos a partir de fotos de metáfases. Nesses esquemas, sejam eles cariótipos verdadeiros ou idiogramas (esquema de cromossomos utilizado para fins didáticos), um momento importante (quase forense, para os alunos) é o de localizar e parear os cromossomos sexuais. Assim eles definem o sexo do indivíduo em questão e, por vezes, topam com uma anomalia numérica que o professor sorrateiramente escolheu para desafiar a turma.



*Em sala de aula, professores de genética usam esquemas como este – idiogramas – em atividades com os alunos. Estes podem ‘brincar’ de localizar e parear os cromossomos sexuais e de identificar anomalias numéricas incluídas propositalmente pelos professores. (imagem: Angela Giseli)*

Muitos desses estudantes e mesmo professores, porém, acreditam que o cromossomo xis é assim chamado porque sua forma lembra a grafia da letra ‘X’ de nosso alfabeto. Mas a coisa não é tão simples assim. Foram necessários muitos anos para que os cientistas aprendessem o que sabemos a respeito dos cromossomos. Até meados de 1955, inclusive, os biólogos descreviam os seres humanos como donos de 48 cromossomos (tal qual os macacos), em vez dos 46 que hoje observamos facilmente.

A questão é que entre todos os cromossomos humanos, seria o de número 45 o detentor dos maiores mistérios. Ele, o cromossomo xis, estava envolvido numa série de doenças ‘geneticamente carregadas’ pelas mulheres, como a hemofilia (da qual já falamos) e o daltonismo, que (praticamente) não afetava suas portadoras, mas frequentemente seus filhos homens.

E aqui está a resposta: foi a estranheza de sua natureza que batizou o cromossomo xis, não o seu formato! Um legado da álgebra, onde o símbolo ‘X’ representa até hoje um valor desconhecido, uma incógnita.

Aliás, sabemos todos que se o motivo do nome fosse a forma da estrutura, a maior parte dos cromossomos deveria ser chamada de xis. E aí, pobre do cromossomo ípsilon – lembra dele? –, que ficaria lá sozinho no cantinho dos cariótipos masculinos, como uma letra de ponta-cabeça que define se ao nascer seremos machos ou fêmeas. Seu nome também não tem nada que ver com sua forma e resulta tão somente de que sua descoberta tenha se dado logo em seguida ao cromossomo xis.

Tempos depois, cientistas decifriam ainda um novo mecanismo de determinação sexual, comum em alguns répteis, aves e mesmo insetos, no qual encontrariam dois novos tipos de cromossomos sexuais. Adivinhe agora que nome que eles deram a eles? Isso mesmo: cromossomos zê e dáblio. Aqueles cientistas eram pessoas sabidas, mas talvez um pouquinho de criatividade não lhes fizesse mal.

Disponível em:

[http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/3985/n/por\\_que\\_o\\_cromossomo\\_x\\_humano\\_recebeu\\_esse\\_nome](http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/3985/n/por_que_o_cromossomo_x_humano_recebeu_esse_nome). Acesso em agosto de 2016.

## **ANEXO B – TDC 02 Fumantes: cromossomo sexual em risco**

*A comunidade científica já desconfiava, mas agora parece haver sólidas evidências: o hábito de fumar é mais prejudicial para homens. O cigarro danifica o cromossomo Y das células sanguíneas masculinas, aumentando o risco de desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer.*

Henrique Kugler

Não foi sem surpresa que a comunidade científica recebeu a instigante notícia: o fumo, além dos inumeráveis reveses clássicos que provoca à saúde, pode também afetar os cromossomos sexuais masculinos. Se comparados a não fumantes, os homens que fumam são três vezes mais propensos a danificar ou perder, em suas células sanguíneas, o famoso cromossomo Y.

Começemos pelo básico: indivíduos da espécie humana têm 23 pares de cromossomos. Um desses pares serve para determinar, entre outras coisas, nossas características sexuais. Nas mulheres, a dupla responsável por essa função é composta por dois cromossomos do tipo X. E nos homens, diferentemente, esse par é formado por um cromossomo do tipo X e outro do tipo Y.

E aqui vem a novidade: nas células sanguíneas de fumantes, cientistas notaram a ausência do cromossomo Y – ou, em muitos casos, que esse cromossomo sofrera processos severos de mutação. A descoberta foi anunciada em um artigo publicado na *Science* desta semana.

Já se sabia que o fumo estava por trás de diferentes danos genéticos e mutações cromossômicas. “Mas essa associação entre o hábito de fumar e a perda do cromossomo Y era desconhecida pela ciência”, diz à *CH On-line* um dos autores do trabalho, o geneticista Lars Forsberg, da Universidade de Uppsala, na Suécia. Para chegar a tal conclusão, a equipe analisou dados de mais de 6 mil homens acima de 48 anos.

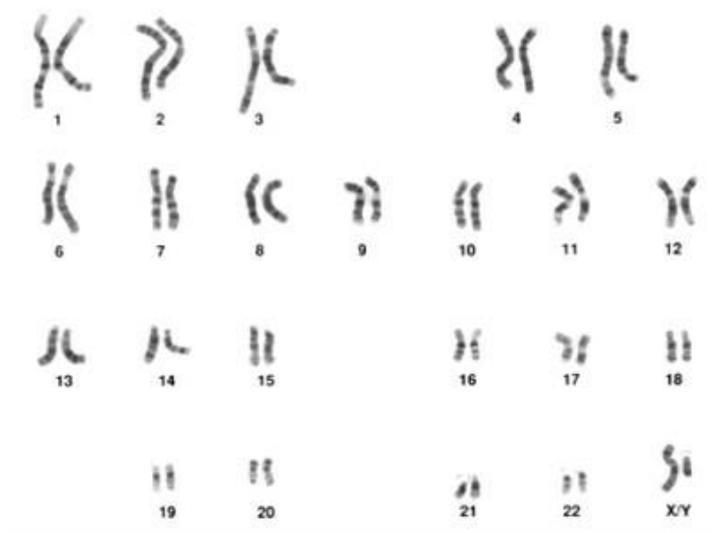
E qual é, afinal, o problema para quem tem esse material genético danificado? Danos ao cromossomo Y, segundo os autores do estudo, estão muito provavelmente associados ao desenvolvimento de tumores e diversos tipos de câncer na população masculina.

Homens: o sexo frágil

“O artigo recém-publicado ajuda a elucidar uma questão que costuma gerar muita dúvida: por que o tabagismo tem consequências mais severas para os homens que para

as mulheres?”, contextualiza o pneumologista Clóvis Botelho, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Explica-se. Considerando que o cigarro é particularmente problemático para o cromossomo Y e que apenas os homens têm esse cromossomo, parece razoável supor que o tabagismo seja mais prejudicial para eles do que para elas. De fato, as estatísticas endossam essa afirmação.



*Conjunto de cromossomos de um ser humano do sexo masculino. A imagem mostra os 23 pares, estando a dupla XY no canto inferior direito. Conhecemos apenas uma pequena parte das funções dos genes humanos. A primeira descrição completa de nosso genoma só veio à tona no ano 2000 – e ainda se faz preciso um longo trabalho de interpretação desses dados. (imagem: Wikimedia Commons)*

Não estamos falando apenas de câncer de pulmão ou de outras partes diretamente vinculadas ao trato respiratório. “Na verdade, dados epidemiológicos mostram que fumantes homens têm maior risco de desenvolvimento de tumores em vários lugares do corpo: laringe, boca, traqueia, bexiga, ossos...”, elenca o pesquisador da UFMT.

E, para esse fato, os autores do estudo também ensaiam uma explicação. As células sanguíneas que acabam perdendo o cromossomo Y podem ter reduzida sua resposta imune. Resultado: tornam-se incapazes de reconhecer a formação de um eventual tumor – abrindo caminho para o desenvolvimento do câncer.

Para Bau, “seria interessante estudar que parcela das alterações no cromossomo Y se deve à nicotina, por exemplo, e que parcela se deve aos demais compostos presentes no cigarro”. A droga tem centenas de substâncias tóxicas – muitas delas sabidamente mutagênicas e carcinogênicas.

Para os fumantes desejosos de se livrar do hábito, o artigo da *Science* sinaliza uma boa notícia. Com relação ao cromossomo Y, as células sanguíneas de ex-fumantes se mostraram praticamente iguais às de pessoas que nunca fumaram. “Nossos resultados indicam que a perda do cromossomo Y pode ser reversível”, diz Forsberg.

Disponível

em:

[http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2179/n/fumantes:\\_cromossomo\\_sexual\\_em\\_risco](http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2179/n/fumantes:_cromossomo_sexual_em_risco)  
Acesso em agosto de 2016.

## ANEXO C – TDC 03 O legado de um monge invisível

*Ignorados no século XIX, experimentos de Gregor Mendel com ervilhas deram origem à genética*

Maria Guimarães

Há 150 anos, em 1866, foi publicado um trabalho que ficou conhecido como a base da genética: “Experimentos em hibridização de plantas”, de Gregor Johann Mendel. No ano anterior, em fevereiro e março de 1865, esse monge da Morávia (à época parte da Áustria, hoje República Tcheca) apresentara seu trabalho em duas sessões da Sociedade de Pesquisa Natural de Brünn, cidade hoje conhecida como Brno. Suas conclusões foram recebidas com uma indiferença que em nada sugeria o reconhecimento que viria mais tarde.

Mendel passara sete anos cultivando quase 30 mil plantas de ervilha, cujas partes reprodutivas ele dissecava minuciosamente para obter os cruzamentos controlados que lhe permitiriam entender como características simples, como cor das flores e formato das sementes, eram transmitidas de uma geração a outra. Os experimentos lhe permitiram inferir a existência de fatores recessivos e dominantes, que funcionam de acordo com duas leis da hereditariedade. A Lei da Segregação afirma que cada indivíduo recebe dois fatores dos pais, mas transmite apenas um para cada descendente. A Lei da Segregação Independente, por sua vez, diz que cada característica é herdada independentemente das outras. Essa teoria explica por que características parentais que desaparecem nos descendentes podem reaparecer na geração subsequente. O trabalho foi feito numa estufa no mosteiro agostiniano de Santo Tomás, em Brünn, onde Mendel era monge menos por vocação religiosa do que por ímpeto científico.



*Mosteiro no início dos anos 1860: Mendel contemplando uma flor e Napp, à sua frente, com crucifixo.*

Filho de lavradores, o jovem Johann não tinha inclinação para a labuta agrícola. Mas, sem recursos financeiros, as oportunidades de estudo eram parcas e restritas à esfera religiosa. O diretor do mosteiro que o acolheu, o abade Cyril Napp, pretendia criar um centro de excelência no conhecimento e estimulava a investigação científica entre seus monges. Ali Johann foi rebatizado como Gregor e encontrou o tempo e o espaço para dedicar-se ao trabalho aparentemente singelo que, para ele, nada tinha de modesto.

De acordo com o livro *O monge no jardim*, de Robin Marantz Henig (editora Rocco, 2001), Mendel almejava a glória, como sugere um poema que escreveu quando adolescente em homenagem a Gutenberg, o inventor da prensa móvel: “Possa o poder do destino me conferir/ O supremo êxtase da felicidade terrena,/ A meta mais sublime do êxtase terreno,/ A de observar, quando me erguer de minha tumba,/ Minha arte florescendo pacificamente/ Entre os que vieram depois de mim”.

A fama veio tardia, quando ele de fato já estava na tumba. Uma pergunta recorrente é por que as descobertas de Mendel foram ignoradas. O físico e historiador da ciência João José Caluzi, do *campus* de Bauru da Universidade Estadual Paulista (Unesp), debruçou-se sobre o conceito de prematuridade científica com sua aluna de mestrado Caroline Batisteti, em artigo publicado em 2010 na revista *Filosofia e História da Biologia*. Ele explica que Mendel é um exemplo de prematuridade científica porque suas conclusões não se conectavam com o pensamento do período. Mas o pesquisador não está convencido de que seja possível lançar esse olhar ao passado de forma isenta. “A questão da prematuridade é muito calcada no que nos interessa hoje”, afirma.

Para Caluzi, outros fatores contribuíram para o fato de Mendel não ter sido reconhecido: era um monge concentrado em cultivar ervilhas, que apresentou seus resultados em palestras numa sociedade científica pequena e os publicou nos anais da mesma sociedade, com distribuição limitada. Também é provável que estivesse à frente de seu tempo. “Ainda não se usava estatística na biologia”, explica o professor da Unesp. A matemática usada para analisar os resultados dos cruzamentos das ervilhas era de difícil compreensão para a comunidade interessada em hibridização de plantas naquela época. Além disso, um outro assunto dominava a cena naquele mesmo momento – Charles Darwin publicara seu *Origem das espécies* poucos anos antes, em 1859.

Darwin fazia parte daqueles a quem Mendel enviou sua publicação, que aparentemente não foi lida. Após sua morte, foi encontrada na biblioteca do britânico com as páginas ainda unidas como saíam da gráfica. Mendel morreu em 1884, aos 63 anos, sem ter encontrado quem desse importância a seu trabalho. Apenas na virada para o século XX, os

botânicos europeus Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermak-Seysenegg se aproximaram dos mesmos resultados e descobriram o estudo publicado mais de três décadas antes. O zoólogo William Bateson se encarregou de difundir o trabalho e dar crédito a seu autor, providenciando a publicação do texto traduzido para o inglês, em 1901, na revista *Journal of the Royal Horticultural Society*. Foi aí que, de fato, nasceu a genética.

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/01/12/o-legado-de-um-monge-invisivel/>. Acesso em agosto de 2016.

## ANEXO D – TDC 04 As outras dollies

*Gêmeas idênticas do primeiro mamífero clonado, a ovelha Dolly, não apresentam sinais de envelhecimento precoce.*

Cássio Leite Vieira



*As quatro Dollies, gêmeas idênticas de Dolly, em uma fazenda da Universidade de Nottingham (Reino Unido).  
(foto: Tim Vickers / University of Nottingham)*

Debbie, Denise, Diane e Daisy estão bem de saúde. Elas não mostram sinais de envelhecimento precoce, como ocorreu com a gêmea idêntica delas, há cerca de uma dúzia de anos.

Há 20 anos, era anunciada ao mundo a existência do primeiro mamífero clonado – na verdade, como gosta de ressaltar o pesquisador britânico Ian Wilmut, o chefe dos trabalhos, “o primeiro clone adulto, ponto final”. A notícia da ovelhinha nascida no Reino Unido espalhou-se *urbi et orbi* velozmente. O mundo quase parou para ver Dolly (1996-2003), que se tornou o animal mais famoso do planeta.

No início de 1997, quando Dolly foi anunciada ao mundo, jornalistas de dezenas de países se alvoroçaram em torno do Instituto Roslin, na Escócia. As personagens da hora eram Dolly e seu ‘criador’, o embriologista Wilmut. Para dar alguma sensação de proximidade com os fatos, vale dizer que este signatário trabalhava ali ao lado, em Londres, e solicitou ao Roslin permissão para visitar Dolly e entrevistar pesquisadores. Resposta (à época, por fax): Não. O jornalista insiste e diz que quer apenas “ver” a Dolly e “dar um rápido passeio pelo local”. Nova resposta: Não.

Ambas recusas em tom educado. Mas a justificativa era a mesma: a experiência com a imprensa havia sido “muito instrutiva” (leia-se, massacrante), mas, agora, era hora de normalizar a rotina de trabalho, explicava o assessor de imprensa do Instituto Roslin.

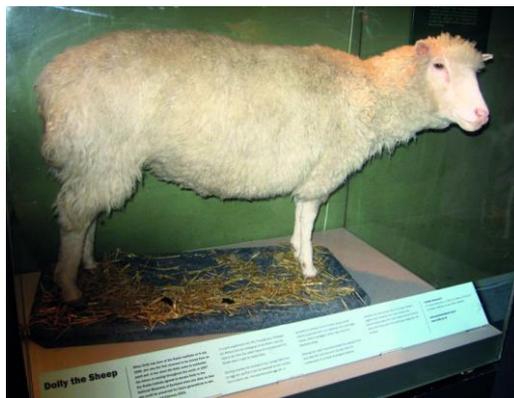
As quatro ovelhas com ‘D’ – clonadas a partir da mesma ovelha adulta da qual foi clonada Dolly – estão em uma fazenda da Universidade de Nottingham (Reino Unido), onde

vivem 13 desses animais, todos clonados. Como disse à BBC o especialista da Universidade de Nottingham Kevin Sinclair, responsável pelo estudo de monitoramento desses clones, esses devem ser os animais mais monitorados do mundo no momento.

As ovelhas passam por exames físicos nas juntas, bem como por uma bateria de testes que inclui diagnósticos por raios X e ressonância magnética. Os animais são checados para problemas cardiovasculares e articulares, bem como diabetes, todos característicos de um quadro de envelhecimento.

A questão que está por trás de tamanho zelo é extremamente relevante para a ciência: saber se clones são saudáveis ou se envelhecem precocemente.

Explicando: Dolly foi obtida juntando-se o núcleo – onde está o material genético – de uma célula adulta (no caso, uma célula mamária de uma ovelha de seis anos de idade) e um óvulo desnucleado. Os especialistas ainda hoje desconfiam que, nesse processo, é possível que alguma ‘memória’ do envelhecimento do animal doador do núcleo tenha sido transferida para Dolly, que, digamos, pode ter nascido com características de um envelhecimento precoce. Ou não.



*Dolly exposta no Museu Nacional da Escócia*

Dolly foi criada em 8 de fevereiro de 1996 e nasceu em 5 de julho daquele ano, mas foi apresentada ao mundo apenas no início de 1997. Seu nome vem do fato de ela ter sido clonada de uma célula mamária. E um dos pesquisadores se lembrou do busto farto da cantora de música country norte-americana Dolly Parton.

Dolly morreu com 6,5 anos – uma ovelha pode chegar ao dobro disso. Ela e outras ovelhas acabaram contraindo um vírus que causou lesões pulmonares nelas. Por conta disso, ela foi sacrificada em 14 de fevereiro de 2003. Mas o problema central – e preocupação atual dos pesquisadores da área – era outro: Dolly tinha osteoartrite (degeneração da cartilagem das articulações), mas era muito jovem para desenvolver esse quadro, típico de indivíduos velhos.

Então, ficou a questão: a osteoastrite foi azar ou dano colateral da clonagem?

A *Nature* (30/6/16) traz uma mesa-redonda com os pesquisadores envolvidos na clonagem de Dolly. O bate-papo ficou muito interessante, pois é um tipo de ‘conversa de bastidores’, mostrando que a ciência não é tão linear como defendem alguns.

Quando Dolly se tornou estrela da mídia, era crível pensar que, em duas décadas, teríamos uma imensidão de clones – até mesmo de humanos –, bem como um ‘Everest’ de problemas éticos. Praticamente todas as previsões, positivas e negativas, naufragaram. Um dos envolvidos na clonagem de Dolly confessou recentemente que, até hoje, se pergunta como o processo deu certo. A técnica segue dificultosa. No caso de Dolly, foram feitas 277 fusões (núcleo mais óvulo), obtidos 29 embriões, mas só um chegou a termo.

Dolly – que, poucos sabem, foi mãe de seis – ‘vive’ hoje no Museu Nacional da Escócia, em Edimburgo. Embalsamada. Ela segue (merecidamente) sendo o animal mais famoso do século passado. E, talvez, ainda deste.

Disponível em: [http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4861/n/as\\_outras\\_dollies](http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4861/n/as_outras_dollies). Acesso agosto de 2016.

## ANEXO E – TDC 05 DNA de campeão?

*Estudos tentam mostrar que mutações em certos genes podem fazer a diferença na prática esportiva*

Marcos Pivetta

A expressão mutação genética é comumente interpretada como um sinal de alerta sobre o risco de desenvolver doenças ou a causa direta de certos problemas de saúde. Mas a maioria das alterações nos genes é neutra ou não patológica. São vistas como polimorfismos: como as possíveis formas alternativas, variantes, que um gene pode apresentar. Em mais de 3 mil trabalhos científicos publicados nos últimos 10 anos, polimorfismos em 240 genes humanos, cerca de 1% do total de nossa espécie, foram associados ao menos uma vez a uma questão que será extensamente debatida nas Olimpíadas no Rio de Janeiro, em agosto: o desempenho esportivo dos atletas. Apesar desse elevado número de publicações, a possível influência da maioria dessas alterações genéticas sobre a prática de esportes ainda é vista como tênue ou de difícil comprovação. Algumas dessas mutações, no entanto, seriam promissoras candidatas a se tornarem marcadores genéticos, uma assinatura molecular, do DNA de potenciais campeões. Cruzando as informações sobre os polimorfismos presentes em quatro genes (ACTN3, ECA, AGT e BDKRB2), a equipe do biólogo molecular João Bosco Pesquero, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e coordenador do projeto Atletas do Futuro, criou a primeira versão nacional de um índice genético que sinalizaria qual é o ponto forte de um atleta.

*Grosso modo*, o escore molecular indicaria se a maior vantagem física do esportista é a resistência, um requisito para provas de longa duração, ou a força/explosão muscular, que geralmente se traduz em grande velocidade em termos competitivos. Ou, ainda, se ele seria um caso intermediário entre os dois extremos. O objetivo do projeto da Unifesp é montar um banco de dados com informações genômicas específicas de esportistas brasileiros que possam ser úteis para nortear a escolha da atividade esportiva mais indicada para cada indivíduo, além de ajudar na descoberta de talentos esportivos em idade precoce e servir de guia para melhorar o treinamento e o desempenho dos atletas em atividade. “Sempre pesquisei alterações genéticas que causam perdas de funções, doenças em especial na parte muscular”, explica Pesquero, que expôs alguns dos resultados de seus estudos no workshop Research on Sports and Healthy Living, organizado pela FAPESP em parceria com a Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) em março deste ano. “Decidi estudar o outro lado

da moeda: mutações que causam ganho de funções e criam habilidades benéficas para a prática esportiva.”



*Saltadora brasileira Fabiana Murer em ação: cópias do alelo R do gene ACTN3 seriam benéficas para a prática de esportes que dependem de velocidade e força*

### **Gene da velocidade**

Apesar de muitos marcadores genéticos terem sido associados ao bom desempenho em certos esportes, alguns pesquisadores da área são cautelosos a respeito do significado prático dessas correlações. “Replicar esses trabalhos é sempre difícil”, afirma o médico Masashi Tanaka, do Hospital Geriátrico Metropolitano de Tóquio, estudioso da ligação dos genes com a prática de esportes. O pesquisador japonês está iniciando um trabalho em que vai sequenciar o genoma completo de um pequeno número de fundistas do Quênia e da Etiópia, dois países africanos famosos pelos corredores de provas de longa distância. “Para ter uma amostra maior nos estudos, é preciso também incluir sportistas amadores ao lado dos atletas de elite”, diz o médico. Allun Williams, especialista em esporte e genômica do exercício da Universidade Metropolitana de Manchester (Reino Unido), pensa de modo semelhante. “Muitos resultados que associam variantes de genes ao desempenho esportivo são provavelmente ‘falsos positivos’ e de difícil interpretação”, afirma Williams. “Esses estudos não foram reproduzidos por outros grupos de pesquisa e foram feitos com pequenas amostras de sportistas, frequentemente juntando dados de atletas de diferentes esportes.”



*Etíope Dawit Fikadu Admasu, vencedor da corrida de São Silvestre em 2014: alterações em certos genes de africanos favoreceriam performance em provas de resistência*

Por ora, o gene considerado como o mais confiável para discriminar se um atleta tem mais força ou resistência é o ACTN3, provavelmente o mais pesquisado para esse fim. A equipe de Pesquero publicou em maio do ano passado no periódico *Genetic Testing and molecular biomarkers* um novo método, mais simples, segundo eles, de sequenciar especificamente esse gene. Localizado no cromossomo 11, o ACTN3 é responsável pela produção da proteína alfa actinina 3, ativada exclusivamente em fibras musculares de contração rápida, que se retraem entre 40 e 90 milissegundos. O funcionamento dessas fibras prescinde da presença de oxigênio e gera a energia necessária para impulsionar, por no máximo dois ou três minutos, ações físicas que requerem grande força ou intensidade. É esse mecanismo fugaz que sustenta movimentos extremos, mas de curta duração, como se lançar em uma corrida de 100 ou 200 metros em alta velocidade ou levantar pesos descomunais acima da cabeça por alguns segundos.

Uma alteração em uma única base nitrogenada faz com que esse gene possa apresentar duas formas na população humana: a versão “normal”, funcional, denominada R, que produz alfa actinina 3; e a variante alterada, chamada X, em que tal proteína não é sintetizada. As pessoas carregam duas cópias do ACTN3. Podem ser, portanto, homocigotas (RR ou XX) ou heterocigotas (RX). Muitos estudos internacionais com esportistas de alto nível indicam que corredores de provas de curtas distâncias, os chamados velocistas, tendem a possuir ao menos uma cópia, às vezes duas, da variante R, a forma funcional, do gene. A maior quantidade da proteína melhoraria o desempenho dos atletas em tarefas que dependem da ação das fibras rápidas. Os fundistas, que precisam ser resistentes ao cansaço, tendem a ser XX. A ausência total da proteína levaria o organismo a se adaptar melhor a exercícios de longa duração, que retiram energia do consumo de oxigênio. A constatação levou o ACTN3 a ser apelidado, certamente com exagero, de gene da velocidade.

O processo de usar o perfil genético como guia para encontrar o esporte ideal para uma pessoa parece mecânico e certo. Os pesquisadores, no entanto, sabem que essa linha de raciocínio, simplista e determinista, não se sustenta sozinha. “A genética é muito importante, mas não se pode esquecer os fatores ambientais e a parte psicológica do atleta”, afirma o médico Victor Matsudo, coordenador científico do Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (Celafiscs). “Seria ingenuidade achar que se encontra um campeão olhando apenas para um gene ou uma enzima.” Além da biologia inata, outros fatores influenciam a prática e o desempenho esportivo: a nutrição, o tipo e a quantidade de treinos, aspectos psicológicos e motivacionais, políticas públicas, a cultura local. Enfim, como

em boa parte das doenças, o peso dos aspectos externos não pode ser desprezado e deve ser analisado ao lado das informações moleculares. “Mas é importante mapear os genes-chave para a prática esportiva”, diz Pesquero. “Às vezes, as informações de um único gene podem ser suficientes para produzirmos efeitos perceptíveis.”

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/06/14/dna-de-campeao/> Acesso em agosto de 2016.

## ANEXO F – TDC 06 Salmão transgênico para alimentação humana

Depois de uma rigorosa averiguação científica, a Food and Drug Administration (FDA), a agência que regula o comércio de remédios e alimentos nos Estados Unidos, aprovou em novembro o primeiro animal transgênico para consumo humano daquele país. A empresa AquaBounty Technologies começou a desenvolver o peixe há 20 anos. É um salmão do Atlântico (*Salmo salar*) geneticamente modificado que cresce duas vezes mais rápido que os espécimes utilizados em criações de cativeiro. Em vez de três anos, o peixe chega ao tamanho para a comercialização em até 18 meses e consome de 20% a 25% menos ração. Em um comunicado, a FDA afirma ser o salmão geneticamente modificado tão seguro e nutritivo como o tradicional. A engenharia genética para tornar o salmão mais produtivo utilizou dois genes de dois outros peixes. Um, relativo ao hormônio de crescimento do salmão Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), do oceano Pacífico, que cresce bem mais que o do Atlântico, e outro gene – da enguia *Zoarces americanus*, dos mares do Noroeste Atlântico – que codifica um promotor de proteínas anticongelamento que deixa o salmão geneticamente modificado crescer no inverno.



*Empresa desenvolve peixe que cresce duas vezes mais rápido e consome menos ração*

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/12/15/salmaa-transgenico-para-alimentacao-humana/>. Acesso em agosto de 2016.

## **ANEXO G – TDC 07 Ovos de galinha transgênica para doença rara**

A primeira galinha transgênica aprovada pela Food and Drug Administration (FDA), agência que regula o comércio de remédios e alimentos nos Estados Unidos, não servirá para alimentação humana e sim como uma biofábrica para produzir nos ovos a enzima sebelipase alfa. Essa enzima, na forma de um medicamento injetável produzido pela empresa Alexion, é o primeiro tratamento para a Deficiência de Lipase Ácida Lisossômica (LAL), uma enfermidade genética rara conhecida também como doença de Wolman, que na sua forma mais severa mata bebês com até 6 meses. A enfermidade provoca acúmulo de gordura no fígado, no baço e nas paredes dos vasos sanguíneos. Sem a lipase ácida lisossômica – ou se ela não funciona como deveria –, o indivíduo diminui muito a capacidade de degradar o colesterol esterificado e os triglicerídeos. A doença de Wolman afeta uma criança a cada 1 milhão de nascimentos. O medicamento tem o nome de Kanuma e é purificado da clara dos ovos das galinhas transgênicas. A FDA verificou também que a enzima não afeta a saúde dos animais. A criação por parte da empresa será em ambiente seguro e os galináceos não serão ofertados à alimentação humana. O medicamento ganhou da FDA a designação de terapia única, o que significa incentivos fiscais e isenções de impostos.

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/02/19/ovos-de-galinha-transgenica-para-doenca-rara/>. Acesso em agosto de 2016.