



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**Instituto de Biociências de Botucatu**

**Panorama de atividades de ensino e divulgação científica em Genética:  
Interfaces entre o Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas  
(Genética) e o Ensino Básico**

**Cassiane Martins Barbosa**

**Botucatu - SP**

**2017**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“Júlio de Mesquita Filho”**

**Instituto de Biociências de Botucatu**

**Panorama de atividades de ensino e divulgação científica em Genética:  
Interfaces entre o Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas  
(Genética) e o Ensino Básico**

**Mestrando: Cassiane Martins Barbosa**

**Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Adriane Pinto Wasko**

**Co-orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Elisabete Cardieri**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Biológicas  
(Genética) do Instituto de Biociências de  
Botucatu, Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como  
parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre.**

**Botucatu - SP**

**2017**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Barbosa, Cassiane Martins.

Panorama de atividades de ensino e divulgação científica em genética: Interfaces entre o Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) e o ensino básico / Cassiane Martins Barbosa. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Adriane Pinto Wasko

Coorientador: Elisabete Cardieri

Capes: 90000005

1. Divulgação científica. 2. Ensino médio. 3. Ciências (Segundo grau). 4. Genética. 5. Aprendizagem. 6. Extensão universitária. 7. Cursos de férias.

Palavras-chave: Cursos experimentais; Divulgação científica; Ensino Médio; Ensino de ciências; Ensino-aprendizagem.

*“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.”*

Paulo Freire

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amados filhos, Alana, Henrique e Leandro, e esposo, Thiago, que me fortalecem nos momentos difíceis, mesmo com um simples olhar e um sincero sorriso.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus, por sempre cuidar de mim e meus pensamentos, guiando meus passos nessa jornada árdua.

Minha família, especialmente meu esposo, Thiago Bertola, minha mãe, Jaqueline, e minha sogra - e segunda mãe - Nice, por me ajudarem em todos os momentos. Minhas irmãs, pois estão todas comigo e vibram sempre com minhas conquistas, tia Nena e tia Rosa, sempre de plantão por mim e pelas crianças. Enfim, a toda a família Martins, Barbosa, Arruda e Bertola, que reza e torce por mim. Sou muito feliz em ter uma família tão linda de coração e alma, me auxiliando e orientando no que for necessário.

À minha orientadora, Profa. Dra. Adriane Pinto Wasko, que vai muito além do seu papel, principal idealizadora desse trabalho, a quem dedico toda minha vida profissional. Ela não mede esforços para ajudar o próximo e a expandir o conhecimento científico. Sou infinitamente grata por tudo que fez na minha vida.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Elisabete Cardieri, que nunca deixará de ser educadora, pois seu esplendor brilha e encanta a todos ao seu redor; mesmo nas dificuldades, toda sua contribuição a esse trabalho e seus ensinamentos enriquecedores a minha vida pessoal e profissional estão presentes.

À Profa. Dra. Miriam Harumi Tsunemi, pelo auxílio nas análises estatísticas desse trabalho e por sempre estar disponível para sanar dúvidas e contribuir com resultados enriquecedores.

Aos professores e funcionários do Departamento de Genética e da Seção de Pós-Graduação do Instituto de Biociências, pela disponibilidade e empenho no trabalho coletivo.

Aos colegas de trabalho no Laboratório de Genética Animal - Val, Talita, Bianca e Bruna - pelo compartilhamento de ideias e auxílio.

Ao Prof. Dr. Leopoldo de Meis, pois, mesmo não estando mais fisicamente entre nós, suas ideias e pensamentos estão presentes. Agradeço por seu cuidado com a divulgação científica, de forma tão prazerosa e divertida. Se não fosse ele, talvez eu não seria o que sou hoje.

A CAPES, pelo suporte financeiro, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

## **RESUMO**

O envolvimento de adolescentes nas práticas educativas, principalmente no espaço escolar, mostra-se um grande desafio. Esse fato pode estar relacionado a inúmeros fatores, como ausência de aulas criativas e infraestrutura escolar adequada, número excessivo de alunos por turma, desatualização dos conteúdos de ensino-aprendizagem pelos professores, falta de tempo para planejamento das atividades escolares, carga horária excessiva e ausência de apoio pedagógico para o planejamento didático. Esses fatores, associados a outros problemas sociais e econômicos, podem levar os adolescentes, que estão em um período de transição da infância para a vida adulta - vivendo transformações fisiológicas, cognitivas, psicológicas e comportamentais - a manifestar seu desinteresse pelos estudos ou mesmo a evadir da escola. O abandono da escola ou a precarização da formação empobrecem sua preparação para o mercado de trabalho e o exercício da cidadania. Segundo indicadores nacionais e internacionais, esta deficiência do ensino-aprendizagem resulta em um baixo rendimento escolar, especialmente na área de Ciências. Sabendo da importância e contribuição de um adequado ensino de Ciências e suas Tecnologias (C&Ts) para formação crítica e de uma sociedade mais equilibrada e justa, as mesmas devem ser difundidas e expandidas a todos os níveis de ensino, especialmente ao Ensino Médio, momento em que os jovens assumem importante papel na sociedade e que decidem seguir ou não a vida universitária. Desta forma, atividades de divulgação da ciência não devem ser assumidas apenas pela escola, mas também por parte das universidades e centros de pesquisa, que podem ser considerados fontes geradoras de novos conhecimentos e tecnologias. O Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) do Instituto de Biociências da UNESP (Universidade Estadual Paulista) realiza atividades de popularização da ciência por meio do oferecimento de cursos de férias para estudantes do Ensino Médio e produção de materiais didáticos. Denominados de “Experimentando Genética”, tais cursos pautam-se em atividades experimentais e lúdicas que visam divulgar tópicos que fazem parte do conteúdo curricular de Genética do Ensino Médio e recentes avanços da área de Biologia Molecular. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar as contribuições do processo vivenciado pelos alunos do Ensino Médio participantes dos cursos de férias realizados entre os anos 2007 a 2016, por meio de uma pesquisa exploratória, de caráter quantitativo e qualitativo. Esta análise assumiu, como procedimento técnico, o estudo de caso para avaliar dados coletados por meio de questionários (análise quantitativa e qualitativa) e de entrevistas (análise qualitativa) focados em conteúdos do tipo categorial temático. Foram analisados 330 questionários referentes ao período de 2007 a 2016, 132 formulários associados ao período de 2013 a 2016 e 35 entrevistas referentes aos anos de 2015 e 2016. A análise dos resultados procurou destacar predominantemente os aspectos pessoais dos alunos e a metodologia empregada nas atividades dos cursos de férias, bem como o relacionamento interpessoal. Os dados levantados indicaram que os cursos de férias “Experimentando Genética”

contribuem efetivamente na aprendizagem de tópicos da área de Genética e de Biologia Molecular devido à sua metodologia diferenciada, pautada em atividades interativas e em questionamentos dos próprios alunos. Tais fatores promovem a atenção dos alunos, além de possibilitar aos participantes um conhecimento autônomo e suscitar discussões críticas. Adicionalmente, o presente trabalho teve como objetivo complementar o desenvolvimento de um material didático como instrumento de divulgação científica. Este material, que deverá ser impresso na forma de uma cartilha educativa, abordou os temas mais destacados pelos alunos participantes dos cursos de férias, como estrutura do DNA e RNA, replicação, transcrição e tradução, utilizando uma linguagem adequada aos adolescentes e que poderá contribuir para a prática educativa de professores do ensino básico. Os resultados obtidos reforçam a importância, no ensino e aprendizagem de Biologia, da utilização de práticas e materiais didáticos que envolvem atividades investigativas e dinâmicas e a participação ativa dos alunos e também demonstram a relevância de atividades interativas e de popularização científica entre pós-graduação e ensino básico.

**Palavras-chave:** Cursos experimentais - Divulgação científica - Ensino Médio - Ensino de ciências - Ensino-aprendizagem



## **ABSTRACT**

The involvement of teenagers on educational practices, especially inside classrooms, is a huge challenge. This fact can be correlated to several aspects, as the lack of innovative lessons and satisfactory school infrastructure, excessive number of students per class, non up-dated teaching-learning contents by educators, absence of time to plan school activities, excessive workload and lack of pedagogical support for educational scheduling. These factors, associated to other economic and social problems, can direct teenagers that stand in a transition period from childhood to adult life - dealing with physiological, cognitive, and behavioral changes - to demonstrate their lack of interest for learning or even to evade school. The academic dropout or the poor quality system education impoverishes their career preparation and citizenship practice. According to national and international indexes, this teaching-learning deficiency results on a negligible educational performance, mainly at the Science area. As a satisfactory instruction of Science and its Technologies (S&T) is important and can contribute to a critical development and to a more reasonable and equitable society, they should be diffused and expanded to all educational levels, specially to High School, the period that young students assume an important role on society and also decide to get in an university. Therefore, science popularization activities can be emphasized by schools and also by universities and research centers, which can be considered as sources of innovative knowledge and new technologies. The graduate program on Biological Sciences (Genetics) of the Biosciences Institute of UNESP (São Paulo State University) promotes science popularization activities through vacation courses for High School students and production of educational materials. The entitled “Experiencing Genetics” courses are based on experimental and playful activities that intend to highlight Genetics topics that are included at the High School curricular content and also emphasize recent advances on Molecular Biology. Hence, the main goal of the present work was to evaluate the contributions of the process experienced by High School students that took part in the vacation courses during the years of 2007 to 2016, throughout an exploratory research that was based on a quantitative and qualitative character. This analysis assumed, as a technical procedure, a case study in order to evaluate data collected by questionnaires (quantitative and qualitative analysis) and by interviews (qualitative analysis) focused on thematic categorical contents. We analyzed 330 questionnaires referring to the period of 2007 to 2016, 132 questionnaires associated to the period of 2013 to 2016, and 35 interviews related to 2015 and 2016. The analysis of the obtained data mainly highlighted personal aspects of the students and the methodology that was applied at the vacation courses activities, as also interpersonal relationships. The outlined results indicated that the “Experiencing Genetics” vacation courses contribute to an effective learning of Genetics and Molecular Biology topics due to its differential methodology, based on interactive activities and personal questions. These factors promote the attention of the students

and also result on a freestanding knowhow and critical discussions. Moreover, the present work had a secondary objective in order to develop an educational material as a scientific divulgation tool. This material, that should be printed as an educational primer book, involved the terms that were more stressed out by the students of the vacation courses, as DNA and RNA structure, replication, transcription, and translation, using an adequate language for youngster scholars and that contribute to the educational practice of school teachers. The obtained results reinforce the importance, at the Biology teaching-learning process, of the use of educational practices and materials that involve investigative and dynamic activities and the effective students' participation, and also demonstrate the relevance of integrative activities and science popularization between graduate and basic education.

**Key-words:** Experimental courses - Science divulgation - High School - Science teaching – teaching learning

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Ensino Médio: os jovens, a escola e o conhecimento científico.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Ciência e cidadania: uma relação fundamental.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3. Propagação da Ciência e suas tecnologias: divulgação científica .....</b>	<b>26</b>
<b>1.4. Cursos de férias: proposta educativa aos alunos do Ensino Médio .....</b>	<b>28</b>
<b>1.5. O ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio.....</b>	<b>30</b>
<b>1.6. Avaliação e a percepção sobre o processo de conhecimento.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>34</b>
<b>2.1. Objetivo Principal .....</b>	<b>34</b>
<b>2.2. Objetivo Adicional.....</b>	<b>34</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Explicitação das análises qualitativas e quantitativas.....</b>	<b>36</b>
3.1.1. Sistematização dos dados de 2007 a 2016 .....	36
3.1.2. Sistematização dos dados de 2013 a 2016 .....	36
3.1.3. Sistematização dos dados coletados a partir de entrevistas .....	37
3.1.4. Análise dos dados .....	38
<b>3.2. Descrição dos cursos de férias “Experimentando Genética”.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3. Produção de material didático.....</b>	<b>40</b>
<b>4. CAPÍTULO I .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1.1. Descrição dos cursos de férias .....	41
4.1.1.1. Curso “Experimentando Genética” - Edição de 2015.....	43
4.1.1.2. Curso “Experimentando Genética” - Edição de 2016.....	77
4.1.2. Dados sociogeográficos dos participantes .....	87
4.1.3. Percepção dos estudantes do Ensino Médio .....	88
4.1.3.1. Questionários de 2007 a 2016.....	88
4.1.3.2. Questionários de 2013 a 2016.....	95
4.1.3.3. Formulários de inscrição .....	103
4.1.3.4. Entrevistas de 2015 e 2016 .....	103

<b>4.2. DISCUSSÃO .....</b>	<b>110</b>
<b>4.3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>114</b>
<b>5. CAPÍTULO II.....</b>	<b>115</b>
<b>5.1. RESULTADOS .....</b>	<b>115</b>
5.1.1. Investigação de assuntos de interesse dos alunos do Ensino Médio.....	115
5.1.2. Material didático .....	116
<b>5.2. DISCUSSÃO .....</b>	<b>116</b>
<b>5.2. CONCLUSÕES.....</b>	<b>117</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>134</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A partir da década de 50, o compromisso com a divulgação do conhecimento científico e tecnológico se consolidou no Brasil e, desde então, inúmeros desafios têm se apresentado às práticas educativas escolares associadas ao ensino de Ciências e ao processo da formação científica para crianças e adolescentes (KRASILCHIK, 2000). Se, por um lado, ações governamentais garantiram o acesso à escola aos jovens, por outro, uma parcela significativa da população brasileira em idade escolar ainda permanece com formação deficiente (OLIVEIRA & ARAUJO, 2005), especialmente em disciplinas da área de Ciências (INEP, 2016).

Vários fatores contribuem para esse quadro, como ausência de políticas educacionais que efetivamente se comprometam com a formação de qualidade, infraestrutura inadequada e mal equipada das escolas, formação inconsistente dos professores, deterioração das condições de trabalho dos profissionais da educação, sobrecarga de alunos-turmas, ausência de incentivos às práticas inovadoras capazes de envolver os estudantes e falta de reformulações dos livros didáticos. Tais aspectos, em consequência, levam ao desestímulo dos professores e de outros profissionais da educação básica, como também promovem o desinteresse dos estudantes (DOMINGUES *et al.*, 2000; KRASILCHIK, 2000; KUENZER, 2010; SILVA & JAKIMIU, 2016).

Considerando-se as exigências para inserção de estudantes do ensino básico em um contexto em que há uma crescente expansão de informações disponibilizadas pelas novas tecnologias científicas, faz-se necessário o compromisso da criação de práticas educativas que garantam o interesse, o envolvimento e a efetiva aprendizagem por parte das novas gerações. Para tanto, é essencial uma ação conjunta do governo, da escola com seus profissionais e a sociedade (KUENZER, 2010).

Ao focar nosso olhar para a educação básica brasileira, indicadores diversos evidenciam valores preocupantes. No tocante ao atendimento, os números revelam que, em 2013 e 2014, 93,6% das crianças e adolescentes entre 4 e 17 anos encontravam-se matriculados em escolas. No entanto, esse percentual cai para 83,3% em 2013 e para 82,6% referente a 2014, quando consideramos jovens entre 15 e 17 anos (Gráfico 1), sendo que mais de 50% desses jovens estão fora das escolas (MACHADO *et al.*, 2016).

Quanto à terminalidade, apenas 56,7% dos jovens com até 19 anos concluíram o Ensino Médio (EM) em 2014 (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2015).



Fonte: IBGE/Pnad

**Gráfico 1:** Indicadores do atendimento de alunos entre 15 e 17 anos no Brasil, de 1995 (início do registro de dados), até 2014 (ano referente ao último dado registrado). Disponível em: <http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao>

Dentre os diferentes níveis do ensino básico, o EM, especialmente da rede pública, apresenta uma grande desvalorização, fato que, por muitas vezes, leva ao desestímulo dos integrantes mais importantes do processo de ensino-aprendizagem: os alunos e os professores (KRASILCHIK, 2000; KUENZER, 2010). Ainda hoje, o ensino de Ciências e suas Tecnologias (C&Ts) vem sendo comumente desenvolvido por meio de aulas meramente expositivas, de transmissão do conhecimento, sem o espaço necessário ao diálogo sobre determinados temas científicos (KRASILCHIK, 2000; PINHEIRO *et al.*, 2007; JÚNIOR *et al.*, 2015). Métodos de ensino envolvendo aulas práticas, experimentação, utilização de laboratórios, estudos do meio e pesquisas - sob um espírito de investigação e questionamento/reflexão e com levantamento de hipóteses - deveriam ser amplamente utilizadas e precisariam ir além da manipulação e/ou observação, favorecendo o envolvimento dos alunos e desenvolvendo o pensamento crítico (CARVALHO apud UNESCO, 2009; MIGUEL *et al.*, 2014; HEIDEMANN *et al.*, 2016).

Tais práticas educativas diferenciadas geram uma melhor aprendizagem quando o ensinar e o aprender ocorrem pela proximidade entre a teoria e a prática (MARANDINO *et al.*, 2009). Assim, para uma educação mais crítica por parte dos estudantes do ensino básico, as universidades e centros de pesquisa podem desempenhar um papel importante e contribuir com esse processo formativo, pois representam uma fonte geradora de conhecimento e tecnologia, que nem sempre chegam à população (KRASILCHIK, 2000; FRANCO & NOVAES, 2001; KUENZER, 2010). A experiência adquirida no desenvolvimento de pesquisas científicas pode ser aplicada em benefício da melhoria do ensino básico e para geração de processos de inclusão e integração social.

Programas de pós-graduação representam, desta forma, excelentes espaços que podem atuar na disseminação do conhecimento científico adquirido por meio de pesquisas básicas e aplicadas. Uma maior participação de cursos de pós-graduação na disseminação das C&Ts por intermédio, por exemplo, de reportagens e entrevistas em jornais, revistas, rádio e TV, e por meio da criação de blogs, tem se mostrado essencial para que o conhecimento científico atinja mais facilmente a comunidade, tanto em alcance regional como nacional (DANTAS, 2004). Diante desse contexto, é extremamente importante ampliar as alternativas de divulgação científica realizadas por pesquisadores, docentes e alunos de pós-graduação, além de buscar novas formas para o ensino de Ciências e estimular o interesse dos jovens para área científica.

No âmbito do Instituto de Biociências de Botucatu (IBB), UNESP, o Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) iniciou, em 2007, ações de divulgação científica direcionadas a estudantes do ensino básico. Tais atividades, também vinculadas ao Programa de Extensão Universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, referem-se a cursos de férias denominados “Experimentando Genética” destinados a alunos do EM e à produção de materiais didáticos de popularização científica. A partir de 2009, tais atividades expandiram-se para outros programas de pós-graduação do IBB, da Faculdade de Medicina (FMB) e da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da UNESP, Campus de Botucatu, com o objetivo de ampliar a reflexão sobre a importância da interação entre pós-graduação e ensino básico e sobre o impacto social da popularização da ciência e aprofundar o ensino-aprendizagem de temáticas relativas a diversos campos das Ciências Biológicas.

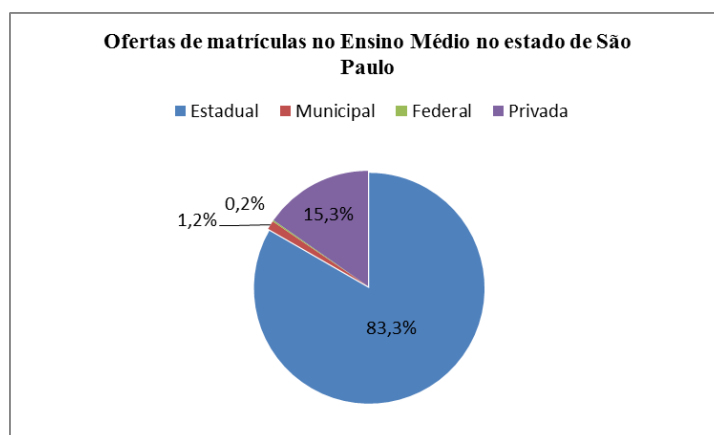
Nesse sentido, o objetivo principal do presente trabalho foi avaliar as atividades desenvolvidas nos cursos de férias “Experimentando Genética” e suas contribuições para os alunos do EM participantes, bem como refletir sobre a importância de tais atividades, de cunho científico e de inserção social, desenvolvidas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) do IBB, na UNESP.

### **1.1. Ensino Médio: os jovens, a escola e o conhecimento científico**

Entre os mais variados fatores que precisam ser levados em consideração para compreendermos os desafios e os impasses que envolvem o Ensino Médio (EM), é importante considerar não somente as condições de trabalho dos professores como também o perfil do jovem atual. Este encontra-se em uma fase de constantes transformações fisiológicas, cognitivas, psicológicas e comportamentais, sendo a transição entre a infância e vida adulta, havendo aumento de responsabilidades individuais e coletivas, como a própria escolha profissional (SPARTA & GOMES, 2005; CAMARANO *et al.*, 2006; CAMILO *et al.*, 2009; RIBEIRO & NEDER, 2009). É nessa fase que os jovens buscam autonomia e independência e, para tal objetivo, utilizam grandemente o potencial da tecnologia, pois esta representa um mecanismo rápido de compartilhar e pesquisar experiências e informações (CAMILO *et al.*, 2009).

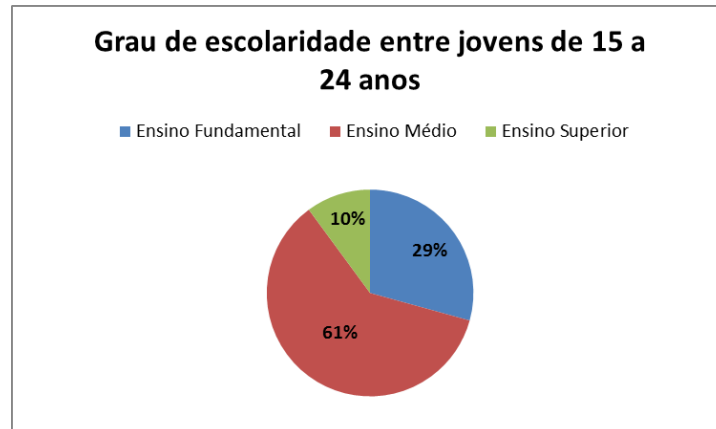
Segundo o Censo Escolar de 2015, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), aproximadamente 1,8 milhões de jovens entre 15 e 17 anos estavam matriculados no EM no Estado de São Paulo. Grande parte destes encontrava-se vinculada à rede estadual, maior responsável pela oferta de matrículas para esse nível de ensino no estado (Gráfico 2) (INEP, 2015). Comparando os dados do censo de 2015 com os dados de 2000, quando a coleta de dados foi iniciada por dependência administrativa, nota-se que houve diminuição de aproximadamente 11% no número de matrículas nesta faixa etária. Este índice é ainda mais preocupante quando se leva em consideração que este não acompanhou a queda do número de jovens no estado por igual período, que foi de apenas 1,85% (IBGE, 2016).





**Gráfico 2:** Porcentagem da oferta de matrículas para o nível de EM no estado de São Paulo em 2015. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>.

O número de jovens que atingem uma formação superior é ainda menor - uma pesquisa realizada em 2013 pela Secretaria Nacional da Juventude, com jovens entre 15 e 24 anos, demonstra que, embora a maioria tenha grau de escolaridade do EM, poucos concluem o Ensino Superior (Gráfico 3).



**Gráfico 3:** Porcentagem do grau de escolaridade entre os jovens de 15 a 24 anos segundo a Pesquisa Juventude Brasil, realizada pela Secretaria Nacional da Juventude em 2013. Disponível em: <http://www.juventude.gov.br/documentos/juventude-brasil>.

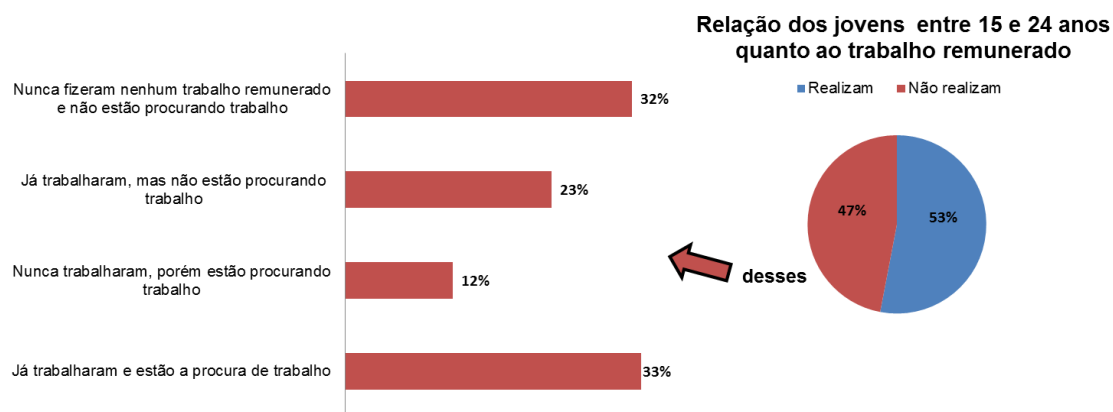
Diante desse quadro, SPARTA e GOMES (2005) entendem que a escola perdeu seu papel de contribuir para o futuro vocacional dos jovens. A este problema, somam-se também dois outros fatores: a falta do padrão de qualidade exigida nos exames de vestibulares e a ausência de projetos que envolvam explorações profissionais, que

poderiam estimular o ingresso ao Ensino Superior por alunos oriundos de escolas públicas.

A evasão escolar no EM - muitas vezes relacionada à baixa renda familiar, ao ingresso na criminalidade e violência, por convivência familiar conflitante, má qualidade de ensino ou falta de interesse - também contribui para o reduzido número de estudantes no Ensino Superior. Tais condições tornam o EM o nível escolar mais excludente e discriminatório (KUENZER, 2000; RIBEIRO & NEDER, 2009; SOUSA *et al.*, 2011).

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2009, revela um quadro preocupante para o EM no país, já que cerca de um terço (31,9%) dos estudantes que deveriam estar cursando este nível de ensino não conseguiu concluir a etapa anterior, o Ensino Fundamental. Ou seja, de 3,3 milhões de alunos que se matricularam no primeiro ano do EM em 2008, apenas 1,8 milhões concluíram o terceiro ano desse grau em 2010. Isto representa uma taxa de evasão de 13,3%, a maior comparada com outros níveis de escolaridade que é de 3,2% no primeiro ciclo do ensino fundamental e de 6,7% no segundo ciclo (PNAD, 2009).

Dentre os fatores associados à evasão escolar no EM, destaca-se a procura por atividades remuneradas, especialmente em famílias de baixa renda. A pesquisa Juventude Brasil, realizada pela Secretaria Nacional da Juventude em 2013, revela que pouco mais da metade dos jovens entre 15 e 24 anos realiza algum trabalho remunerado (Gráfico 4) e, desses, 46% trabalham com uma jornada de trabalho com mais de 40 horas semanais. Assim, é clara a importância da inclusão de turmas noturnas no EM, em especial direcionadas aos jovens que trabalham já que estes vêm a escola e a educação como um mecanismo necessário para conseguir um emprego mais qualificado e, conseqüentemente, um *status* social mais respeitado (DOMINGUES *et al.*, 2000; FRANCO & NOVAES, 2001; RIBEIRO & NEDER, 2009).



**Gráfico 4:** Porcentagem de inserção dos jovens entre 15 e 24 anos no mundo do trabalho remunerado em 2013. Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/participacao/pesquisa%20perfil%20da%20juventude%20snj.pdf>.

Ao focarmos o olhar para o contexto escolar, percebe-se que também os professores, em geral, vêm sendo desestimulados à carreira docente pela baixa remuneração ou salários pouco atraentes, ausência de um plano de carreira promissor e recompensador, falta de infraestrutura adequada nas escolas, de tempo para planejamento das atividades pedagógicas e de uma supervisão próxima e atenciosa, além da desvalorização profissional perante a sociedade, o que, por consequência, desestimula também o ingresso de jovens recém-formados na carreira (FRANCO & NOVAES, 2001; NETO, 2005; GATTI & BARRETO, 2009). Quando se questiona os estudantes sobre a escolha por cursos de Licenciatura, 65% dos alunos de Pedagogia afirmam almejar a carreira de professor do ensino básico, sendo que esse percentual cai pela metade em relação aos licenciados de outras áreas (GATTI & BARRETO, 2009).

Esse processo desestimulador à formação de professores culmina em um sistema de ensino deficiente nas escolas, incluindo-se aqui disciplinas de Ciências (DOMINGUES *et al.*, 2000; FRANCO & NOVAES, 2001; RICARDO & ZYLBERSZTAJN, 2002; OLIVEIRA & ARAUJO, 2005; KUENZER, 2010). Desde 2005, a UNESCO alerta sobre a situação do ensino de Ciências no Brasil e o futuro da educação científica no país. O documento intitulado “Ensino de ciências: o futuro em risco”, elaborado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em 2009, demonstra que o acesso ao conhecimento científico deve ser desenvolvido a partir da educação infantil, abrangendo todos os níveis de educação, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico do país, além da formação de

cidadãos participantes e informados. Para isso, os governos precisam dar prioridade ao desenvolvimento profissional de professores, a fim de atualizá-los quanto às mudanças científicas e subsidiar pesquisas no âmbito da educação brasileira (WERTHEIN & CUNHA apud UNESCO 2009; SANTOS *et al.*, 2016). De modo similar, outros indicadores nacionais e internacionais - como o PISA (*Programme for International Student Assessment*), o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) e o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) - também evidenciam a problemática do ensino de Ciências no Brasil.

No cenário internacional, as notas do PISA, programa desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE), avaliam trienalmente alunos de 15 anos matriculados a partir do sétimo ano do Ensino Fundamental de 64 países (e suas economias) - entre eles o Brasil - nas áreas de Linguagem e Leitura, Matemática e Ciências. Os resultados mostram que, dentre um total de 1.000 pontos, a nota da escala de proficiência em Ciências no país passou de 375, em 2000, para 405, em 2012, alcançando uma nota de 401 em 2015 (última avaliação aplicada). Esses resultados, apesar de demonstrar pequeno aumento da nota nos últimos 15 anos, mantiveram o país no nível mínimo de conhecimento científico (nível 1), que concentra notas entre 334,9 a 409,4, sendo a maior menção de nível 6, com notas acima de 707,9. Esse quadro revela que os alunos brasileiros, em sua maioria, têm baixa compreensão do ensino de Ciências e sabem aplicar muito pouco do seu conhecimento científico a situações do cotidiano, ficando atrás de países como Argentina, Chile, Uruguai, Costa Rica e México, que alcançaram notas 476, 447, 435, 420 e 416, respectivamente (PISA, 2015).

Quanto ao cenário nacional, dados do IDEB, que considera informações sobre taxa de rendimento escolar (aprovação) e médias de desempenho em exames padronizados (Prova Brasil e Saeb - Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), revelam que as maiores médias observadas no EM geralmente se referem às escolas privadas (Tabela 1), com notas próximas às metas estabelecidas pelo governo e significativamente maiores que das escolas públicas (FERNANDES, 2007; INEP, 2016). Os dados mais recentes, referentes ao IDEB 2015, revelam que o EM público está estagnado desde 2011 em patamares abaixo do previsto pelo Ministério da Educação (Tabela 1). Esta estagnação inclui as disciplinas de Ciências, avaliadas, desde 2013, na Prova Brasil (INEP, 2016).

**Tabela 1:** Resultados e metas do IDEB nos anos de 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015. Em verde, encontram-se destacados resultados que atingiram a meta estipulada. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>. Dados atualizados em 05.09.2016 pelo INEP.

ENSINO MÉDIO – resultado nacional												
	IDEB Observado						METAS					
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2007	2009	2011	2013	2015	2021
TOTAL	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.4	3.5	3.7	3.9	4.3	5.2
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA												
	IDEB Observado						METAS					
Estadual	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.1	3.2	3.3	3.6	3.9	4.9
Privada	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.6	5.7	5.8	6.0	6.3	7.0
Pública (Federal e Municipal)	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.1	3.2	3.4	3.6	4.0	4.9

Outro instrumento nacional que permite compreender a formação oferecida para o EM e informar a sociedade sobre a “eficiência” das instituições escolares, bem como o nível de aprendizagem dos alunos de determinadas escolas, é o ENEM (KRASILCHIK, 2000). Na última edição, em 2016, aproximadamente 3,5% dos candidatos (291.806 estudantes) tiraram nota zero na redação ou esta foi considerada anulada, enquanto apenas 77 estudantes (0,0009%) obtiveram a nota máxima (mil) (INEP, 2017). Segundo o INEP e o Ministério da Educação, de 2014 para 2016 houve uma queda no desempenho dos concluintes do EM. Os dados referentes a 2015 indicam que, das 100 melhores escolas, apenas dez são públicas - incluindo institutos federais, militares e técnicos. Estas geralmente atendem estudantes de nível socioeconômico alto (INEP, 2015).

Tais resultados resultam em um atraso tecnológico para o país (PAVAN apud UNESCO, 2009). Nesse sentido, há necessidade de criar mecanismos e ações que resgatem a qualidade do ensino nas escolas e, sobretudo, que o EM garanta aos jovens o preparo para um futuro adequado, articulando o mercado de trabalho com suas práticas cidadãs, incluindo a formação da ética, pensamento intelectual autônomo, baseados nos conhecimentos científico-tecnológicos, bem como sua permanência e conclusão com bons desempenhos (MELO & CARMO, 2009; MACHADO *et al.*, 2016).

Uma das formas de se alcançar tais parâmetros refere-se à aplicação de práticas no ensino das disciplinas de Ciências, dado que estas contribuem para o estímulo da

curiosidade, principalmente quando envolvem os alunos de modo investigativo e problematizado. A experimentação, embora seja ainda pouco utilizada pelos professores em sala de aula, contribui grandemente para a qualidade do ensino (OLIVEIRA *et al.*, 2010; ANDRADE & MASSABNI, 2011; FARIAS-PANTOJA & ASSIS JÚNIOR, 2012; PORRAS & OLIVÁN, 2013). A mesma instiga o interesse pela aula, desenvolve maior compreensão textual, estimula a observação, testa/comprova teorias (REGINALDO *et al.*, 2012; SILVA & LEAL, 2017) e, desta forma, fornece subsídios para uma efetiva aprendizagem, além de contribuir para a aplicação dos conhecimentos científicos no cotidiano, dentro e fora do espaço escolar (CHASSOT, 2002; SILVA & CARMO, 2008).

Segundo PRIGOL & GIANNOTTI (2008) e PORRAS & OLIVÁN (2013), alunos que aprendem com esse tipo de metodologia têm efetivamente um maior sucesso em responder perguntas relacionadas aos temas abordados, em comparação com os que tiveram apenas aulas teóricas e tradicionais. Adicionalmente, atividades práticas ou experimentais colaboram para a construção do pensamento crítico e para a prática pedagógica dos professores que as realizam (ZAMURANO, 2006; PRIGOL & GIANNOTTI, 2008; ANDRADE & MASSABNI, 2011; PORRAS & OLIVÁN, 2013; SILVA & LEAL, 2017).

## **1.2. Ciência e cidadania: uma relação fundamental**

Segundo KRASILCHIK (2000), no início dos anos 60 no Brasil, com o avanço da Ciência e do processo de industrialização, passou-se a reconhecer a importância de se oferecer uma formação científica, desde o primeiro ano do Ensino Fundamental, com a inclusão de procedimentos de investigação e ampliação da carga horária das chamadas C&Ts. No EM, o aumento da carga horária nas disciplinas de Física, Química e Biologia (sendo protagonistas no processo da metodologia científica) foi efetuado com o objetivo de favorecer a formação de alunos críticos e cidadãos com capacidade de tomar decisões a partir de dados e informações. Ou seja, a educação científica na escola deveria ser um processo que contribui para o melhor exercício da cidadania e inserção dos alunos em um contexto de expansão industrial e tecnológico (KRASILCHIK, 2000; CHASSOT, 2002; LAVAQUI & BATISTA, 2007; ROITMAN apud UNESCO 2009).

Adicionalmente, a alfabetização científica e tecnológica deveria ser sistematizada não somente no espaço escolar como também em espaços educativos não formais, de forma a atingir a população em geral. Para IZQUIERDO (apud UNESCO 2009), em países com desenvolvimento tecnológico mais avançado (como Inglaterra, Alemanha e França), a maioria da população reconhece a Ciência como o principal fator para geração de conhecimento científico, sendo bem aceita e estimulada pelos cidadãos. Diferentemente, no Brasil, a população em geral sabe muito pouco sobre Ciência, mesmo esta estando cada vez mais presente no cotidiano das pessoas (CHAVES apud UNESCO, 2009). A desmistificação da Ciência e a compreensão de como funciona o método científico são, portanto, essenciais para uma melhor capacitação tecnológica e para o desenvolvimento pleno do país (PAVAN apud UNESCO 2009).

A discussão sobre a importância em divulgar C&Ts à população tem aumentado globalmente, especialmente considerando-se pessoas que, muitas vezes, não conseguem ter acesso ao conhecimento científico durante sua escolarização (CHASSOT, 2002; CARVALHO apud UNESCO 2009). Roitman (apud UNESCO 2009) indica que a UNESCO vem demonstrando preocupação que envolve a Ciência e a população desde 1999, quando criou um documento intitulado “Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico”, adotando os seguintes incisos:

- A educação científica, no sentido amplo, sem discriminação e englobando todos os níveis e modalidades, é um pré-requisito fundamental para a democracia e para assegurar-se o desenvolvimento sustentável.
- Os professores de Ciências de todos os níveis e as pessoas envolvidas na educação científica informal devem ter acesso à constante atualização dos seus conhecimentos para maximizar a sua atuação nas atividades educacionais.
- Novos currículos, metodologias de ensino e recursos, levando em conta o gênero e a diversidade cultural, devem ser desenvolvidos por sistemas nacionais de educação, em reação às necessidades educacionais em mudança na sociedade.

- As instituições educacionais devem fornecer educação científica básica aos estudantes de outras áreas que não Ciências. Devem também fornecer oportunidades para a aprendizagem contínua (por toda a vida) no campo das Ciências.

Nesse documento, fica claro que muito mais que transmitir conhecimentos científicos, é necessário demonstrar a importância dos mesmos no cotidiano, por meio do desenvolvimento do pensamento crítico e lógico, capacidade de resolução de problemas e tomada de decisões com base nas análises de dados. Desta forma, o ensino e popularização da Ciência devem estar dentro de um contexto onde a sociedade entenda sua contribuição para o desenvolvimento do país (CHASSOT, 2002; WERTHEIN & CUNHA apud UNESCO 2009) e consiga associar fenômenos científicos a aspectos históricos, políticos, econômicos e sociais (FRANCO & NOVAES, 2001; PINHEIRO *et al.*, 2007; KRASILCHIK & ROITMAN apud UNESCO 2009; KUENZER, 2010). Isto pode ser alcançado por meio de atividades interativas e práticas, especialmente baseadas na metodologia científica, que demonstrem como o conhecimento é gerado a partir de dúvidas iniciais, busca de respostas e novos questionamentos (PINHEIRO *et al.*, 2007; CHAVES apud UNESCO, 2009; GOMES-CATUNDA *et al.*, 2009).

Ações diversas de popularização da ciência envolvendo atividades interativas e empíricas - como oficinas práticas de Química realizadas na Universidade de Passo Fundo (RS) (SANTOS *et al.*, 2005), experimentação com robótica no EM desenvolvidas em Blumenau (SC) (BENITTI *et al.*, 2009), experimentação no ensino de cores realizadas no Espaço Ciência em Olinda (PE) (GOMES-CATUNDA *et al.*, 2009) e sessões de observação do céu implementadas em Bauru (SP) (OJA, 2013) - têm demonstrado a importância da promoção da criatividade e da competência para elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e propor conclusões, bem como o acesso do aprender Ciência com diversão, dinamismo e caráter lúdico (SANTOS *et al.*, 2005; LINS & MIYATA, 2008; BENITTI *et al.*, 2009; GOMES-CATUNDA *et al.*, 2009; BARBOSA *et al.*, 2015).

Particularmente, no Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, ações de divulgação científica interativas, experimentais e lúdicas também vêm sendo realizadas com êxito. Entre estas podem-se citar: (1) “Museu de Anatomia”, que desenvolve uma



exposição teórico-prática com os materiais do acervo anatômico e uma aula teórico-prática sobre o tema “Métodos Anticoncepcionais e Doenças Sexualmente Transmissíveis” direcionadas para alunos do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) e EM, (2) “Divulgação Científica: Articulando Universidade e Ensino de Ciências na Escola Básica”, que realiza um conjunto de ações para promover o acesso à cultura científica para alunos do Ensino Fundamental de escolas públicas estaduais e aproximar docentes e pesquisadores universitários com esse nível de ensino, (3) “Museu-Escola do IB”, que disponibiliza textos sobre assuntos diversos dos conteúdos curriculares do ensino básico e uma galeria de imagens (Flickr) e vídeos (*YouTube*) para serem livremente baixados, (4) “Venha conhecer o IB”, evento destinado a estudantes do EM e à população em geral, que tem o intuito de divulgar as pesquisas e as demais atividades realizadas no Instituto de Biociências de Botucatu e (5) “Programa de Extensão Universitária Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, que populariza diferentes tópicos de Ciências e do conceito e aplicação do método científico, por intermédio de atividades monitoradas por alunos de mestrado e doutorado.

Iniciado em 2007 na UNESP, o programa “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico” vem de encontro à premissa da universidade de realizar, de forma conjunta e inter-relacionada, atividades de ensino, pesquisa e extensão. Segundo a Lei da Constituição Brasileira de 1988, estes três “pilares” da universidade são interligados, pois é necessária a pesquisa para produção de conhecimento científico, o ensino para ensinar e compreender essa produção científica e a extensão para aplicar o conhecimento gerado para sanar ou minimizar problemas da sociedade. Atualmente, este programa engloba diferentes grupos associados a programas de pós-graduação do IB, da FMB e da FMVZ da UNESP. As atividades, voltadas às áreas de Genética, Botânica, Reprodução, Doenças Tropicais, Biologia Celular e Conservação Animal, têm como objetivo principal o oferecimento de cursos de férias para estudantes do EM público e a produção de materiais didáticos. Tais ações são também vinculadas à Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública (RNEC), que visa proporcionar educação científica para adolescentes (chamados de “jovens talentos”) de baixa renda, vinculados a escolas públicas de diversas regiões do país. Idealizada em 1985 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo Prof. Leopoldo de Meis,

esta rede nacional envolve atualmente 32 grupos, vinculados a 20 instituições superiores de ensino e pesquisa distribuídas em 14 estados do país (SEIXAS & WASKO, 2015).

O principal objetivo da RNEC é buscar novos caminhos para um ensino de Ciências eficiente, dinâmico e atraente, por meio da realização de cursos experimentais de curta duração, produção de materiais didáticos diversos (como livros, cartilhas, gibis, DVDs e jogos), montagem de feiras e mostras científicas e oferecimento de estágios de pesquisa para estudantes do EM (bolsistas de Iniciação Científica Júnior). No período de férias escolares, alunos e professores do ensino básico público participam de cursos em que têm a oportunidade de elaborar experimentos e travar contato com a metodologia científica, sendo, em geral, monitorados por estudantes de pós-graduação. Sempre partindo de um tema do cotidiano, os cursos são desenvolvidos de forma lúdica, integrando conhecimento e diversão. Ao final dos cursos, alguns alunos e professores são selecionados, com base em seu desempenho durante as atividades realizadas e sua condição econômica, para estagiarem em laboratórios, sob a orientação de estudantes de mestrado e doutorado (SEIXAS & WASKO, 2015).

As atividades realizadas pela RNEC, por meio da interação entre pós-graduação e ensino básico, conseguem, de forma indissociável, promover a integração entre ensino, pesquisa e extensão. Estas atividades vão de encontro às demandas da sociedade, democratizam o conhecimento acadêmico e a participação da sociedade na vida da universidade, incentivam a prática acadêmica para o desenvolvimento da consciência social e política, fortificam o desenvolvimento regional, econômico, social e cultural e contribuem à reformulação de concepções e práticas curriculares da universidade e para a sistematização do conhecimento produzido.

### **1.3. Propagação da Ciência e suas tecnologias: divulgação científica**

O ensino de C&Ts oferece uma contribuição essencial para o desenvolvimento econômico, cultural e social de um país, dado este permite a formação de profissionais melhores qualificados para o mercado de trabalho (DOMINGUES *et al.*, 2000; KRASILCHIK, 2000; FRANCO & NOVAES, 2001). Entretanto, para a formação e o avanço de uma sociedade crítica, articulada com os pensamentos científicos atuais, é necessário não somente o ensino de Ciências organizado de maneira formal, como também a divulgação científica. Também denominada de popularização da ciência, este

termo pode ser definido como “o uso de processos e recursos técnicos para a comunicação da informação científica e tecnológica ao público em geral” (ALBAGLI, 1996). Nesse sentido, pressupõe a tradução de uma linguagem especializada para uma leiga, visando atingir um público mais amplo. Já na Grécia Antiga, pensadores praticavam tais processos por meio de aulas públicas em praças. No século XX, o vínculo entre C&Ts e a economia se estreitou e houve a profissionalização de divulgadores da Ciência e uma inserção grande deste tema nos meios de comunicação de massa (MOREIRA, 2006). Com o passar dos anos, ações de popularização da ciência passaram também a ser inseridas na escola tradicional e, atualmente, com o avanço da tecnologia, estas são vinculadas em diversas mídias digitais (ZANCAM, 2000).

Para uma correta e ampla formação científica de alunos do ensino básico é imprescindível o desenvolvimento de práticas educativas que permitam levar à construção do pensamento crítico, autonomia para tomada de decisões, realização de trabalho coletivo, solução de problemas e desenvolvimento da criatividade, levando assim ao “fazer científico” (ZANCAM, 2000; DOMINGUES *et al.*, 2000; MARANDINO *et al.*, 2009; KUENZER, 2010; SILVA & LEAL, 2017). Tais resultados podem ser também alcançados por meio de ações de popularização da ciência. Para tanto, é necessária a criação de grupos de trabalho dispostos a: articular o saber científico com a escola e seu meio, relacionando-a ao currículo e a comunidade escolar; aperfeiçoar os professores quanto à evolução científica e os aproximar de centros de pesquisa promovendo uma relação de interdisciplinaridade entre as mais variadas áreas; levar os alunos a utilizar e vivenciar a metodologia própria à investigação científica (ZANCAM, 2000).

Estas ações podem ser plenamente realizadas por universidades, instituições pluridisciplinares que atuam tanto em ensino como em pesquisa sendo, portanto, fontes geradoras de novos conhecimentos. Entretanto, este tipo de prática acadêmica ainda é pouco adotada pelas universidades brasileiras e geralmente não atinge todas as classes sociais, embora demonstre resultados significativos quando desenvolvida (KRASILCHIK, 2000; ZANCAM, 2000; FRANCO & NOVAES, 2001; LAVAQUI & BATISTA, 2007; LANGHI & NARDI, 2009).

A divulgação científica representa um compromisso social com a educação em C&Ts e, portanto, deveria ser parte fundamental da política de comunicação e de

extensão de todas as instituições de ensino superior, em especial das instituições públicas. Entretanto, ainda faltam políticas públicas e institucionais que incentivem atividades de popularização da ciência e existe uma dificuldade de comunicação entre o pesquisador, que gera o conhecimento, o divulgador que cria a informação e a população em geral que deveria assimilar tal conteúdo científico (BARROS apud UNESCO 2009).

#### **1.4. Cursos de férias: proposta educativa aos alunos do Ensino Médio**

Aderindo ao movimento de divulgação científica, algumas universidades, centros de pesquisas e museus vêm contribuindo de forma a transpor informações à sociedade sobre estudos científicos (KRASILCHIK, 2000). Uma das contribuições da UNESP para divulgação de conteúdos e avanços científicos e tecnológicos à sociedade refere-se a cursos de férias voltados a estudantes do EM, vinculados ao Programa “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”.

Atualmente, a UNESP desenvolve seis cursos de férias com temáticas diferenciadas: “Experimentando Genética”, “Investigando a Vida das Plantas”, “Reprodução de A a Z”, “Do amarelão às picadas de cobra: um passeio pelas doenças tropicais”, “Virando a Célula do Avesso” e “A Ciência por trás das Jaulas e Gaiolas”. Estes pautam-se no estabelecimento de uma relação entre os conhecimentos científicos e os comunitários e na valorização e promoção do exercício da curiosidade e da construção de um conhecimento autônomo, que é pouco estimulado e, frequentemente, vem sendo sufocado pelas práticas cotidianas escolares ainda muito próximas à “educação tradicional” (LOPES, 2005; MOITA & ANDRADE, 2009). Adicionalmente, estes cursos configuram-se como ações que promovem uma transformação social e potencializam a inter-relação entre pesquisa, ensino e extensão na universidade.

O público alvo desses cursos de férias é representado por jovens vinculados ao EM, geralmente entre 15 e 17 anos, fase de inquietação e de questionamentos que envolvem desde aspectos pessoais (identidade, amor, sexualidade) até grandes questões filosóficas e éticas (SPARTA & GOMES, 2005). Essas indagações suscitam gosto pela descoberta de novas perspectivas, associadas também à ampliação das amizades com a

experiência de partilha das alegrias e também das angústias. De modo especial, estes adolescentes fazem parte de uma geração que, desde a infância, vivencia o contato com as novas tecnologias, onde imperam a imagem e a rapidez na circulação das informações sempre mais sucintas e breves. Nesse contexto, as práticas educativas necessitam considerar esse perfil e desenvolver ações que instiguem a curiosidade e o questionamento, articuladas ao acesso consistente ao conhecimento sistematizado. Adicionalmente, a aprendizagem do conhecimento cultural e científico pode ser alegre e divertida, ou seja, não necessita ser realizada em um cenário onde prevalece a rigidez e sisudez (GUIMARÃES, 2005).

O perfil dos estudantes do EM e as características consideradas adequadas às práticas educativas para esta faixa etária subsidiam as atividades de todos os cursos de férias atualmente desenvolvidos na UNESP (WASKO *et al.*, 2015). Nestes, articula-se o fundamento de toda atividade científica: a dúvida, o questionamento sobre os fenômenos, o levantamento de hipóteses, o estabelecimento de procedimentos para explicitar e compreender os fatos e a construção de respostas coerentes e válidas (AYUSO & BANET, 2002; GUIMARÃES, 2005). Para alcançar tal propósito, os cursos de férias assumem o compromisso de divulgar o conhecimento científico por meio da aplicação do método científico e de forma alternativa, lúdica, e que envolva a participação efetiva e criatividade dos alunos, instigando-os a apresentarem questionamentos sobre assuntos da ciência pertinentes ao tema do curso em questão. Dessa maneira, compõe-se uma interação entre a ciência e arte, ou seja, uma aprendizagem diferente da encontrada no cotidiano escolar, com descontração e materiais didáticos alternativos e inovadores, distintos do que prevalece na realidade habitual dos alunos de EM (BARBOSA *et al.*, 2015; WASKO *et al.*, 2015).

Dentre os diferentes cursos de férias direcionados a estudantes do EM, destaca-se o curso denominado “Experimentando Genética”. Primeiro tema científico a ser incorporado na proposta de extensão universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, no ano de 2007, a Genética (e também a Biologia Molecular) pôde ser explorada, ao longo de 11 edições, por aproximadamente 500 estudantes de 1º, 2º e 3º anos do EM de 32 escolas vinculadas à Diretoria de Ensino e à Secretaria de Educação de Botucatu (SP) que atendem 15 cidades desta região. Estes cursos vêm de encontro à implementação de políticas nacionais para a educação básica, de forma a aplicar a experiência adquirida na

pós-graduação para melhoria do ensino básico e para geração de processos de inclusão e integração social.

### **1.5. O ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio**

A situação atual da prática educativa nas escolas brasileiras evidencia diversos problemas, como o uso de apenas aulas expositivas, grande ênfase dada à memorização e pouca preocupação com o desenvolvimento de habilidades para reflexão crítica e auto-crítica dos conhecimentos aprendidos (JÚNIOR *et al.*, 2015). Inseridos nas Orientações Curriculares para o EM, os temas “Genética” e “Biologia Molecular”, representam tópicos que comumente seguem estes fundamentos. Além disso, estes são assuntos muitas vezes repassados aos alunos sem atualização adequada (SCHEID *et al.*, 2005; XAVIER *et al.*, 2006; KRASILCHIK, 2008; CONCEIÇÃO & PERON, 2012; PORRAS & OLIVÁN, 2013).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o EM (BRASIL, 2012), o currículo de educação básica, especificamente do ensino de Biologia para os 1º, 2º e 3º anos do EM, inclui diversos tópicos relacionados à área de Genética e Biologia Molecular. Estes encontram-se inseridos nos conteúdos programáticos dos temas estruturadores “Interação entre os seres vivos”, “Qualidade de vida das populações humanas”, “Identidade das populações humanas”, “Diversidade da vida”, “Transmissão de vida, ética e manipulação gênica” e “Origem e evolução da vida”. Extremamente amplos e, muitas vezes, em contínua atualização, temas como mitose e meiose, 1ª e 2ª. Leis de Mendel, alelos, dominância e recessividade, herança ligada ao sexo, estrutura de ácidos nucleicos, duplicação, transcrição, tradução, clonagem e transgenia, têm sido citados pelos estudantes como confusos e de difícil entendimento (WOOD-ROBINSON *et al.*, 2000; CID & NETO, 2005; PETROVICH *et al.*, 2014). A utilização de livros didáticos com falhas na abordagem de seus conteúdos e a falta de convivência prática e experimental com tais tópicos, não somente dos alunos como também dos próprios professores, os torna abstratos e inacessíveis (SCHEID & FERRARI, 2008; SETÚVAL & BEJARANO, 2009; MOURA *et al.*, 2013; PORRAS & OLIVÁN, 2013; GIACÓIA *et al.*, 2014, MIGUEL *et al.*, 2014). Esses fatores transformaram o ensino atual de Genética e Biologia Molecular, no Brasil, fragmentado, desatualizado e descontextualizado (GOLDBACH *et al.*, 2015).

Dado o grande avanço e aplicação da Genética e da Biologia Molecular nos últimos anos, há necessidade da criação de mecanismos que facilitem uma aproximação dos estudantes ao ensino dessa área da Ciência. Para compreensão destas temáticas é fundamental uma base educacional forte e que mantenha o interesse dos envolvidos - nesse caso, os alunos do EM - e, para atingir tal objetivo, é inevitável que haja uma fuga do ensino tradicional. Uma estratégia para escapar dessa forma de ensino refere-se à utilização de abordagens investigativas que, por meio da participação ativa dos alunos na forma de questionamentos e elaboração de sínteses, permitem reconstruir conceitos (MIGUEL *et al.*, 2014; MACHADO *et al.*, 2016). Tais práticas pedagógicas diferenciais aumentam o interesse dos alunos do EM por tópicos de Genética e se mostraram favoráveis na formação de professores de licenciatura, promovendo a construção do saber científico articulado com o pedagógico (SETÚVAL & BEJARANO, 2009; MELO & CARMO; 2009).

A ampliação de atividades interativas e investigativas que fujam do ensino tradicional e a renovação das práticas educacionais em Biologia, incluindo assuntos da área de Genética, permitirão não somente uma melhor compreensão das C&Ts, como também sua integração com valores éticos, sociais, políticos e econômicos (MARANDINO *et al.*, 2009; GOLDBACH *et al.*, 2015).

## **1.6. Avaliação e a percepção sobre o processo de conhecimento**

A avaliação tem sido o protagonista na escola brasileira, com o objetivo de apresentar resultados positivos e negativos, apontar um papel classificatório e informativo aos professores e à sociedade em geral, demonstrar o nível de aprendizado e a eficiência da escola. Grande parte dos sistemas avaliadores atuais refere-se a provas objetivas e dissertativas, que não envolvem a capacidade de resolver problemas lógicos (KRASILCHIK, 2000) e que não são significativas, ou seja, não permitem que novos conhecimentos adquiridos sejam relacionados com o conhecimento previamente existente e com situações do cotidiano (BOGGINO, 2009; MACHADO *et al.*, 2016).

No entanto, existem outras concepções de avaliação educacional. Dado que a avaliação em si envolve informações de aspectos diversos que permitem identificar os

conteúdos significativos da experiência vivenciada, o processo avaliativo pode configurar um momento a partir do qual os alunos podem expressar seus conhecimentos, suas ideias, críticas e relatar sua experiência. Este tipo de avaliação, contextualizado como uma forma de autoavaliação, envolve ações ativas dos estudantes e tem sido apontado como um dos procedimentos mais adequados, pois o indivíduo pode se conscientizar, por meio da reflexão e da crítica, da verdadeira aquisição de conteúdos específicos (ALLESSANDRINI, 1996; SANTOS, 2011).

A autoavaliação refere-se a “uma avaliação feita por aquele que aprende” (CUQ, 2003, apud SANTOS, 2011), isto é, consiste em uma avaliação que o próprio aprendiz faz do seu processo de aprendizagem, levando em conta aquilo que lhe foi ensinado e o que ele realmente aprendeu, verificando se seus esforços foram suficientes e se seu desempenho foi satisfatório. Desta forma, a autoavaliação desenvolve atividades de função cognitiva que favorecem a retomada de consciência, por parte dos educandos, acerca dos diferentes aspectos e momentos das atividades que fizeram parte do processo de aprendizagem (HADJI 2001 apud SANTOS, 2011).

Adicionalmente, a avaliação tem de se adequar-se à natureza da aprendizagem, levando em conta não só os resultados das tarefas realizadas, mas também o que ocorreu no caminho do processo. Portanto, a avaliação deve estar sintonizada com as atividades desenvolvidas, procurando o aperfeiçoamento do processo pedagógico em busca de melhores resultados, estando sempre em harmonia com os objetivos e metas a serem alcançados (BOGGINO, 2009). Desta forma, entende-se que autoavaliações sejam adequadas para ponderar não somente a aprendizagem dos alunos como também para analisar processos e atividades educacionais e, de forma geral, o trabalho das instituições de ensino.

Conforme NETO (2005), uma oficina ou atividade similar “cria, dentre outras coisas, uma identidade entre os indivíduos e os objetos que estes manipulam, as ferramentas que manuseiam e os processos com os quais interagem”. Neste tipo de atividade, os alunos têm a possibilidade de criar e recriar suas ideias, mas há sempre a necessidade de aplicar alguma forma de avaliação para a verificação de como esses componentes estão agindo nos alunos. Os cursos de férias “Experimentando Genética” realizados na UNESP inserem-se neste perfil de atividade e, portanto, desde sua



implementação, em 2007, o compromisso com a avaliação das atividades realizadas foi assumido como uma etapa do processo (BARBOSA, 2014).

Frente o exposto, o presente trabalho teve como proposta principal gerar um panorama das atividades de ensino e divulgação científica realizadas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética), com ênfase nos cursos de férias “Experimentando Genética” e sua interação com os estudantes do EM. Para tanto, procurou-se avaliar as atividades realizadas, por meio da sistematização de dados coletados pelos alunos do EM participantes de dez edições destes cursos. Os resultados obtidos reforçam a importância de atividades investigativas e lúdicas para o ensino de Genética e servirão para nortear a consecução dos objetivos previamente propostos pelo Programa de Extensão “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico” e expandir as atividades da Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Principal**

Considerando a importância da divulgação científica entre os jovens e o papel dos programas de pós-graduação em atividades de interação com o ensino básico, o presente trabalho teve como objetivo principal identificar as principais características dos cursos de férias “Experimentando Genética”, a partir das concepções dos alunos participantes, e analisar suas contribuições para a formação crítica dos estudantes do Ensino Médio envolvidos nessas atividades.

Visando atingir tal objetivo, este trabalho teve como metas:

(I) descrever a dinâmica, características e ações desenvolvidas pelos cursos de férias “Experimentando Genética” e o público envolvido em suas atividades;

(II) analisar dados coletados, entre 2007 a 2016, a partir de questionário composto por duas questões abertas, no qual os participantes expressam sua percepção sobre os cursos realizados;

(III) analisar dados coletados, entre 2013 a 2016, por meio de formulário composto por tabela de apreciação das atividades (dados quantitativos), por duas questões abertas (aspectos marcantes e dificuldades) e questão autoavaliativa (dados qualitativos), no qual os participantes expressam sua percepção sobre os cursos realizados;

(IV) analisar dados coletados, em 2015 e 2016, a partir de entrevistas realizadas no início e ao final dos cursos realizados, para apontar as expectativas dos participantes e se estas foram atendidas, elencar os temas mais esperados e os mais destacados e investigar a influência do curso de férias na escolha universitária.

### **2.2. Objetivo Adicional**

Visando melhor subsidiar as atividades de futuros cursos de férias, ampliar as ações de divulgação científica do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) da UNESP e facilitar o ensino-aprendizado de tópicos de Genética, o presente trabalho teve como objetivo adicional elaborar material didático (textos ilustrativos) que contemple os temas mais destacados pelos alunos participantes dos cursos já realizados.

### 3. METODOLOGIA

As análises do presente trabalho foram do tipo exploratória, utilizando como procedimento técnico o estudo de caso, categorizado como um estudo descritivo e multidimensional de uma unidade (seja esta uma escola, um professor, um grupo de alunos, uma sala de aula ou uma atividade específica) (ANDRÉ, 2013). Essa pesquisa exploratória tem como principal objetivo o detalhamento e a compreensão de um problema (GIL, 2002) que, no presente trabalho, referiu-se ao levantamento das contribuições e características dos cursos de férias “Experimentando Genética”, por intermédio do uso de análise de questionários e entrevistas com os sujeitos envolvidos.

A coleta e análise de dados foram divididas em quatro etapas, apresentadas a seguir:

1. Aplicação de questionários (Anexo I) aos estudantes do Ensino Médio (EM) participantes dos cursos de férias entre os anos de 2007 a 2016, ao final das atividades realizadas, e posterior análise dos dados disponibilizados destacando as expressões mais frequentes e organizando-as em categorias específicas.
2. Aplicação de formulários (Anexo II) aos estudantes do EM participantes dos cursos de férias entre os anos de 2013 a 2016, ao final das atividades realizadas, contendo dados quantitativos (por meio da geração de tabelas de contingência entre o ano e as respostas de cada questão, a partir do cálculo da frequência das notas atribuídas a cada atividade desenvolvida) e qualitativos (por meio do destaque dos aspectos e dificuldades expressos pelos alunos participantes, em duas questões abertas) e posterior levantamento das notas de autoavaliação, sistematizando-as com as justificativas apresentadas, destacando as expressões mais frequentes e organizando-as em categorias específicas. A mesma etapa foi realizada para análise dos formulários de inscrição para os cursos de férias.
3. Realização de entrevistas com estudantes do EM participantes dos cursos de férias nos anos de 2015 e 2016, em dois momentos distintos (antes do início e ao final das atividades) e posterior levantamento das expectativas e dos temas de maior interesse e comparação das expectativas iniciais com as atividades efetivamente realizadas.
4. Averiguação dos temas das áreas de Genética e Biologia Molecular mais destacados pelos estudantes do EM participantes dos cursos de férias e posterior desenvolvimento de material didático englobando tais temáticas.

### 3.1. Explicitação das análises qualitativas e quantitativas

A presente pesquisa adotou o seguinte roteiro para tratamento e análise dos dados, detalhando a organização para diagnóstico do conteúdo das avaliações e entrevistas e evidenciando as intenções e ações de cada etapa.

ETAPAS	INTENÇÕES	AÇÕES
1ª Etapa: Pré-análise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retomada do objeto e objetivos da pesquisa.</li> <li>- Construção inicial de indicadores para a análise: definição de unidades de registro (palavras-chave) e de unidades de contexto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitura das avaliações: primeiro contato com os textos, visando captar o conteúdo genericamente, sem grandes preocupações técnicas.</li> <li>- Constituição do <i>corpus</i>: 1 - preparação do roteiro; 2 - coerência dos temas e técnicas; 3 - adequação ao objeto e objetivos do estudo.</li> </ul>
2ª Etapa: Exploração dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referenciação dos índices e elaboração de indicadores (recortes do texto e categorização).</li> <li>- Preparação e exploração do material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmembramento do texto em categorias (isolamento das palavras-chave).</li> <li>- Reagrupamento por categorias para classificação posterior.</li> </ul>
3ª Etapa: Tratamento dos dados e interpretação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretações dos dados brutos.</li> <li>- Estabelecimento de quadros de resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inferências com uma abordagem variante/qualitativa, trabalhando com significações.</li> </ul>

#### 3.1.1. Sistematização dos dados de 2007 a 2016

Os dados das avaliações realizadas nos anos de 2007 a 2016 foram sistematizados, totalizando informações acerca de dez edições dos cursos de férias “Experimentando Genética”. O instrumento avaliativo foi composto de duas questões abertas, de cunho qualitativo, com os seguintes enunciados: “*O que você achou do curso `Experimentando Genética`?*” e “*Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos*” (Anexo I), buscando valorizar a opinião dos alunos em relação às atividades, avaliando as expressões mais comuns e organizando-as, posteriormente, em categorias específicas, suas contribuições, críticas e sugestões.

#### 3.1.2. Sistematização dos dados de 2013 a 2016

A sistematização dos dados das avaliações realizadas nos anos de 2013 a 2016 incluiu também resultados de um novo instrumento de avaliação, mais amplo e com

questões de cunho qualitativo e quantitativo, implementado a partir de 2013. Esse segundo instrumento objetivou coletar o perfil dos alunos (idade, cidade, nome opcional) e apreciações sobre os itens: *dinâmicas* (jogos e brincadeiras), *explicações teóricas*, *atividades práticas*, *visitas didáticas*, *vídeos*, *aprendizado adquirido*, *curso como um todo* e *outros aspectos*, com base em pontuações dadas a cada um destes itens (de 1 a 5, configurando “ruim” a “excelente”, respectivamente) (Anexo II).

Com o propósito de se obter informações adicionais sobre as atividades realizadas, também foram propostas duas novas questões abertas: “*Cite 3 características / aspectos muito marcantes do curso*” e “*Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso*” e uma autoavaliação dos alunos sobre sua participação no curso, com a atribuição de notas (de 1 a 5, configurando “ruim” a “excelente”, respectivamente) para seu envolvimento nas atividades realizadas (Anexo II). Adicionalmente, foi averiguada a participação dos alunos do EM em outros cursos de férias realizados pela UNESP associados a outras temáticas.

### **3.1.3. Sistematização dos dados coletados a partir de entrevistas**

Como mais uma etapa de coleta de dados, duas entrevistas foram realizadas visando a declaração livre de percepções, concepções e dificuldades (JUSTINA apud SCHEID *et al.*, 2005). As entrevistas configuraram-se como do tipo semiestruturada, em que o entrevistador possui um conjunto de questões pré-definidas, mas mantém a liberdade de inserir outras cujo interesse surja no decorrer do processo (RICARDO & ZYLBERSTAJN; 2002) e foram realizadas no início e ao final das atividades, com o objetivo de verificar as expectativas dos alunos participantes, os assuntos de Genética e Biologia Molecular que mais esperavam aprender, os temas mais destacados e se suas expectativas foram atendidas.

Alguns alunos foram selecionados para responder às entrevistas, buscando contemplar uma melhor representatividade de suas escolas e cidades de vínculo. As entrevistas foram gravadas (em áudio) após o consentimento, por escrito, dos alunos ou de seus responsáveis legais. A transcrição destas foi realizada para transpor as informações orais em informações escritas, seguindo os critérios de MANZINI (2008) em que o segundo documento (material escrito) exhibe total conformidade e identidade com o primeiro documento (gravação).

A primeira entrevista, realizada antes do início das atividades, foi norteada pelas seguintes etapas: (a) Apresentação do objetivo da entrevista; (b) Coleta das assinaturas quanto ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE); (c) Entrevista, na forma de diálogo, com solicitação do nome do sujeito (que foi preservado na divulgação dos dados), idade, série e escola, seguida das questões: “*Quais suas expectativas quanto ao curso?*”, “*Por que você escolheu o curso `Experimentando Genética`?*”, “*Quais temas você espera aprender?*”, “*Em quais locais você já ouviu falar sobre Genética?*”, “*Qual a estrutura das aulas de Genética em âmbito escolar?*” e “*Você pretende fazer uma faculdade? Qual o curso universitário desejado?*”. A segunda entrevista, realizada ao final das atividades, consistiu dos seguintes questionamentos: “*Suas expectativas iniciais quanto ao curso foram superadas?*”, “*Quais temas você mais gostou?*” e “*Sobre a pergunta inicial, se pretendia fazer uma faculdade, o curso influenciou na sua decisão?*”.

#### **3.1.4. Análise dos dados**

O tratamento dos dados foi realizado por meio da “análise de conteúdo”, técnica vastamente utilizada dentro da Perspectiva da Pesquisa Dialética na Educação, em uma abordagem qualitativa, tendo como objetivo compreender os resultados coletados, confrontá-los com as perspectivas da pesquisa e verificar, além das aparências, o ponto de vista dos sujeitos envolvidos, por meio de mensagens escritas ou transcritas (JÚNIOR *et al.*, 2010).

Os procedimentos envolvidos nessa análise foram pautados em: (1) pesquisas bibliográficas e de campo durante a realização dos cursos de férias “Experimentando Genética” realizados nos anos de 2015 e 2016, (2) análise das avaliações realizadas pelos alunos participantes desses cursos entre os anos de 2007 a 2016 e (3) entrevistas realizadas com os participantes dos cursos nos anos de 2015 e 2016.

A análise de conteúdo foi do tipo categorial temática, onde se propõe “descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação cuja presença ou frequência signifiquem alguma coisa para o objetivo analítico visado”, utilizando-a de forma interpretativa (MINAYO, 1998 apud JÚNIOR *et al.*, 2010). Assim, os dados referentes às avaliações qualitativas, entre os anos 2007 a 2016, foram organizados para

identificação e categorização de temáticas específicas, permitindo inferir sobre determinados assuntos e identificar palavras-chave a partir das respostas apresentadas pelos alunos. Para comparação das respostas dos alunos entre os diferentes anos, foi realizada uma partição do teste qui-quadrado (FRANCO & NOVAES, 2001; JÚNIOR *et al.*, 2010), baseada na metodologia conhecida como “fenomenologia” que busca aspectos em comum do discurso do sujeito a partir de depoimentos, respostas, diálogos e observações (GUIMARÃES, 2005). Dados de contingência entre respostas associadas às entrevistas foram analisados por meio do teste exato de Fisher (FISHER, 1934).

A análise de conteúdo categorial temática foi realizada em duas etapas, conforme sugerido por JÚNIOR *et al.* (2010). Na primeira etapa, foi realizado um desmembramento dos dados coletados em categorias e, na segunda etapa, os elementos coletados (palavras-chave) foram isolados e classificados. Os dados foram organizados e lançados numericamente em uma planilha do Microsoft Excel 2010, para geração de gráficos descritivos expressando a frequência válida das respostas, sendo transformados em informações quantitativas, como descrito por GATTI (2004). Os dados quantitativos referentes às questões sociogeográficos (idade e cidade) dos alunos que participaram dos cursos de férias “Experimentando Genética” entre os anos de 2013 a 2016, e também referentes à participação destes em outros cursos de férias, foram organizados e lançados em planilha Excel para geração de gráficos e tabelas descritivas. Posteriormente, estes foram submetidos à análise de qui-quadrado, utilizando o Programa computacional *PASW Statistics Data Editor v.18.0* (SPSS Analysis Company). As análises estatísticas foram supervisionadas pela Dra. Miriam Harumi Tsunemi, Professora Assistente Doutora no Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP.

### **3.2. Descrição dos cursos de férias “Experimentando Genética”**

Aspectos gerais acerca da dinâmica e atividades desenvolvidas durante a organização e o desenvolvimento dos cursos de férias “Experimentando Genética”, realizados nos anos de 2015 e 2016, foram levantados por meio de observação direta, ou seja, simultânea à ocorrência do que foi observado e que, portanto, permite um contato mais estreito com a realidade (LAKATOS, 2001). De forma similar, características gerais

do público envolvido nas atividades realizadas (professores universitários, alunos de pós-graduação, alunos de graduação e estudantes do EM) também foram identificadas por meio de investigação direta. As observações foram feitas sem intervenções com as pessoas e ações visualizadas, seguidas de registro sistemático de um conjunto de elementos (etapas de um processo, ferramentas utilizadas, dificuldades encontradas, conversas e resultados).

### **3.3. Produção de material didático**

Com base nos resultados das entrevistas, questionamentos e temáticas mais explorados pelos estudantes participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética”, foi desenvolvido um material didático que contemplou, de forma lúdica e dinâmica, conteúdos curriculares do EM, sendo redigido na forma de textos. Este consistiu em uma linguagem apropriada à divulgação científica (popularização científica), definida como o uso de processos e recursos técnicos para a comunicação da informação científica e tecnológica ao público em geral. As figuras incluídas neste material foram selecionadas de bancos de imagens de domínio público.



## **4. CAPÍTULO I**

### **4.1. RESULTADOS**

#### **4.1.1. Descrição dos cursos de férias**

A organização das salas de aula dos cursos de férias “Experimentando Genética” foi executada na semana anterior ao início das atividades voltadas aos estudantes do EM. Esta preparação foi realizada pelos monitores - alunos de pós-graduação e graduação - vinculados à disciplina “Interação entre Pós-Graduação e Ensino Médio - Experimentando Genética” (carga horária de 90 horas), sob supervisão de docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) e do Departamento de Genética do IB da UNESP.

Esta disciplina tem como objetivos gerais (1) promover a interação e o envolvimento de alunos de pós-graduação com difusão e popularização da Ciência para alunos do ensino básico público, usando como ferramentas diversas metodologias e recentes avanços na área de Genética, (2) auxiliar na formação didática dos alunos de pós-graduação, por meio da aplicação de diferentes abordagens de ensino/aprendizagem e (3) contribuir com a melhoria do ensino básico. De forma a atingir tais objetivos, uma das atividades associadas a esta disciplina refere-se ao planejamento e oferecimento dos cursos de férias “Experimentando Genética”. Sob supervisão de docentes, alunos da UNESP atuam como monitores nestes cursos, planejando e desenvolvendo atividades em conjunto com estudantes do EM.

As salas de aula utilizadas nos cursos de férias de 2015 e 2016 correspondem a laboratórios didáticos da Central de Aulas do Instituto de Biociências da UNESP, com área de cerca de 100 m<sup>2</sup>, constituídos por carteiras escolares, bancadas, pias, lousa (quadro negro), tela, aparelho multimídia, caixas de som e microfone, sendo, portanto, adequadas a atividades teóricas e práticas.

De uma maneira geral, tanto em 2015 como em 2016, as salas de aula foram decoradas com diversas figuras e imagens coloridas acerca de temas de Genética e Biologia Molecular e com modelos biológicos (moléculas de DNA, célula animal, célula vegetal), de forma a criar um ambiente lúdico, agradável e acolhedor, além de instigar os alunos a refletirem sobre a temática do curso e levantar dúvidas (Figura 1).

Para o início das atividades, as cadeiras foram dispostas em círculo (Figura 1A e B), permitindo assim melhor visibilidade de todos os participantes.



**Figura 1:** Organização da sala de aula utilizada nos cursos “Experimentando Genética”, realizados em 2015. (A) Vista geral da sala; (B e C) Caracterização do ambiente físico; (D) Espaço reservado para leitura de temas relacionados à Genética.

Além do um ambiente físico diferenciado, outra característica peculiar dos cursos de férias foi o uso de fantasias e adereços/acessórios coloridos (como tiaras, chapéus, colares, echarpes, óculos e perucas) pelos docentes e monitores, desde o primeiro dia de atividades, de forma a expandir o ambiente lúdico das salas de aula para os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e propiciar uma maior descontração entre os indivíduos. Ao longo do desenvolvimento dos cursos, os estudantes do EM também aderiram ao uso de fantasias e outros adereços, de forma espontânea (Figura 2C).



**Figura 2:** Uso de fantasias durante as atividades dos cursos de férias “Experimentando Genética”. (A) Docentes responsáveis; (B) Monitores; (C) Estudantes do EM.

#### 4.1.1.1. Curso “Experimentando Genética” - Edição de 2015

Em 2015, as atividades dos cursos de férias “Experimentando Genética” foram realizadas de 26 a 31 de janeiro, no período das 08:30h às 17:00h, de segunda a sexta-feira, e no sábado, das 08:30h até às 15:00h. Abaixo, encontra-se a descrição detalhada das atividades realizadas em cada dia de curso.

##### ❖ Primeiro dia de atividades (segunda-feira):

Ao chegarem a UNESP, os estudantes do EM foram encaminhados para o Anfiteatro Casa da Arte (FMVZ, UNESP), aonde ocorreu a cerimônia abertura dos diversos cursos de férias da UNESP que ocorrem concomitantemente, incluindo o curso “Experimentando Genética” (Figura 3A). A mesa de abertura foi composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. Marilza Vieira Cunha Rudge (Vice-Reitora da UNESP), Profa. Dra. Mariângela Lopes Spotti Fujita (Pró-Reitora de Extensão Universitária da UNESP), Profa. Dra. Maria Dalva Cesario (Diretora do IB da UNESP, Campus de

Botucatu), Prof. Dr. José Carlos Peraçoli (Vice-Diretor da FMB da UNESP, Campus de Botucatu), Profa. Alessandra Luchesi de Oliveira (Secretária Municipal de Educação de Botucatu), Profa. Edna Araujo (Secretária Municipal de Educação de Laranjal Paulista) e Profa. Dra. Carmen Silvia Fernandes Boaro (Docente do Departamento de Botânica do IB da UNESP, Campus de Botucatu e Coordenadora do Projeto “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico” junto ao Edital Novos Talentos da CAPES) (Figura 3B).

Após a palavra dos membros da mesa de abertura, a Profa. Dra. Adriane Pinto Wasko (Docente do Departamento de Genética do IB da UNESP, Campus de Botucatu, e Coordenadora Geral do Programa “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”) fez uma breve palestra, expondo os objetivos dos cursos de férias e as ações da Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública (Figura 3C). Posteriormente, foi apresentado um vídeo sobre as atividades desenvolvidas pelo Prof. Dr. Leopoldo de Meis (*in memoriam* - Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, UFRJ), idealizador dos cursos de férias experimentais para estudantes de escolas públicas no Brasil.

Ao final das atividades da cerimônia de abertura, houve uma apresentação cultural, elaborada e apresentada por docentes e monitores dos diversos cursos de férias. Esta consistiu de músicas (paródias) com temas pertinentes a todos os cursos de férias (Genética, Botânica, Reprodução, Doenças Tropicais e Biologia Celular), visando a integração de todos os conteúdos e as boas vindas aos estudantes do EM. Nesta apresentação, os músicos estavam caracterizados de “cientistas malucos”, com jalecos brancos, perucas e óculos (Figura 3D).



**Figura 3:** Abertura dos cursos de férias da UNESP, realizados em 2015. (A) Chegada dos estudantes do EM ao Anfiteatro Casa da Arte - UNESP; (B) Composição da mesa de abertura; (C) Palestra de abertura; (D) Apresentação cultural.

Em seguida, os estudantes do EM foram encaminhados pelos monitores, de acordo com o curso em que se inscreveram, para suas respectivas salas de aula. Na sala, foi solicitada a assinatura de uma lista de presença e realizada a entrega de material individual (composto por pasta, caneta, bloco de anotações, crachá em branco e ficha para autorização de uso de imagem). Posteriormente, foram dados diversos avisos gerais, incluindo a solicitação de preenchimento da autorização de uso de imagem com assinatura dos próprios estudantes maiores de idade ou dos responsáveis e requisição de entrega de cópia de CPF, RG ou certidão nascimento. A assinatura da lista de presença foi também realizada no início das atividades dos demais dias.

Visando “quebrar o gelo”, dar as boas vindas a todos os participantes, conhecer uns aos outros e começar a travar contato com materiais comumente utilizados em laboratórios de pesquisa, foi desenvolvida uma dinâmica denominada de “Quem é você?”. Os estudantes do EM, docentes e monitores escreveram seus nomes ou apelidos em um pedaço de papel, este foi dobrado e inserido em um tubo de plástico de 1,5ml com tampa (Eppendorf). O tubo foi colocado dentro de uma caixa de isopor contendo água e cada participante, utilizando uma pinça laboratorial, retirou um tubo de dentro da

caixa, o abriu, fez a leitura do nome/apelido escrito e deu as boas vindas a esta pessoa com um abraço. Em seguida, a pessoa cujo nome foi lido, fez sua apresentação - estudantes do EM se apresentaram dizendo o seu nome, da escola e cidade de vínculo, sua idade, qual a série que estavam cursando e o que esperavam fazer quando concluíssem o EM; os docentes e monitores se apresentaram dizendo qual seu nome, trabalho desenvolvido na universidade e o que esperavam sobre seu futuro quando eram estudantes do EM (Figura 4A).

Após a primeira dinâmica, foi solicitado aos estudantes do EM que estes elaborassem, em uma folha de papel A4, dois desenhos: um cientista e um artista, utilizando canetas hidrográficas, lápis de cor e giz de cera. Em uma segunda atividade, estes foram instigados a completar a seguinte frase: "Se eu fosse um cientista..." (Figura 4B). A indicação do nome dos estudantes foi optativa nos dois materiais produzidos. Os desenhos e as frases elaboradas foram pendurados em um "varal" dentro da sala de aula para apreciação geral e foram mantidos expostos até o penúltimo dia do curso de férias, quando esta atividade teve continuidade e seu objetivo foi explicitado e discutido com os alunos. A finalização dos desenhos e da frase marcou o término das atividades do período da manhã.



**Figura 4:** (A) Dinâmica “quebra-gelo” e de apresentação dos participantes; (B) Elaboração de desenho de um cientista e de um artista e finalização da frase “Se eu fosse um cientista...”.

No início do período da tarde, foi desenvolvida uma nova dinâmica, intitulada “O que é o que é?”, com o objetivo de começar a demonstrar aos alunos as características desejadas para se trabalhar com conceitos prévios e em grupo e também os passos do método científico. Esta dinâmica teve como material uma caixa fechada e

opaca, contendo diversos objetos do dia-a-dia (como tesoura, sabonete, bicho de pelúcia, chinelo, cadeado, colher, escova de dentes, prendedor de roupas e caneta). Um dos estudantes do EM observou apenas um destes objetos, visualmente, e os demais participantes tiveram que adivinhar qual era este objeto, somente por meio de questionamentos, sem visualizar ou tocar. Assim, os participantes da atividade passaram a fazer perguntas ao estudante que havia escolhido o objeto. Este pôde somente dar, para cada questão levantada, uma resposta afirmativa (“sim”) ou negativa (“não”). As características afirmativas do objeto foram anotadas na lousa até que os demais participantes conseguissem deduzir qual era o elemento em questão (Figura 5). Esta dinâmica foi repetida mais algumas vezes, com a participação de outros estudantes e escolha de novos objetos para serem descobertos.

Ao final desta atividade, algumas explicações foram repassadas aos estudantes do EM: (1) mesmo não sabendo qual o objeto selecionado, foi possível identificá-lo porque todos possuem informações prévias sobre diversos assuntos e, além disso, houve um trabalho em grupo, em que cada um contribuiu para chegar a um resultado final positivo; (2) a descoberta de algo, por meio de indagações e levantamento de dados, faz parte do método científico que representa a maneira como os cientistas trabalham em suas pesquisas; (3) o “chute” sobre uma resposta equivale ao que chamamos de “hipótese” em ciência, ou seja, é uma suposição e pode ser verdadeira ou falsa; (4) “chutes” errados ou hipóteses incorretas são importantes no método científico - a partir de um resultado não informativo ou negativo, é possível levantar novas hipóteses para novamente testar se estas são válidas; (5) em pesquisa, resultados positivos (“sim”) ou negativos (“não”) são confiáveis; resultados duvidosos não são válidos.

A partir destas explicações, foi possível demonstrar aos estudantes do EM que as atividades do curso de férias seriam baseadas primordialmente em duas características: (1) trabalho em grupo - para compartilhar informações, tomar decisões e se ajudar mutuamente no desempenho das atividades, para uma construção conjunta do conhecimento e (2) metodologia científica - para seguir normas básicas (observação, formulação de hipóteses, experimentação, interpretação dos resultados e conclusão) para produção do conhecimento.



**Figura 5:** Dinâmica “O que é o que é?”. (A) Caixa contendo diferentes objetos a serem descobertos pelos participantes; (B) Estudantes do EM fazendo questionamentos para tentar descobrir qual objeto foi selecionado.

Com o objetivo de melhor explicitar o que é o método científico e quais os seus passos, foi também apresentada uma peça de teatro, encenada pelos monitores (Figura 6 A e B). Esta peça foi baseada no texto do gibi “O que é essa tal de ciência?” (<http://www.youblisher.com/p/793968-Projeto-Ciencia-e-Cia/>) elaborado por docentes e alunos do IB da UNESP. Ao final da apresentação, foi realizada uma discussão com os estudantes do EM para verificar o que estes entenderam sobre as personagens e sobre seus diálogos e, posteriormente, exemplares do gibi utilizado para embasar a peça teatral foram entregues a todos os participantes (Figura 6 C). A discussão realizada permitiu que os próprios estudantes do EM citassem e compreendessem os passos do método científico e verificassem que, no dia-a-dia, aplicamos o método científico em diversas situações (como, por exemplo, quando uma lâmpada se apaga ou quando cozinhamos).

Em seguida, foi apresentado um vídeo do “Mundo de Beakman” (Figura 6D), programa educativo de televisão estrelado pelo ator americano Paul Zaloom no papel do Professor Beakman, na década de 90. O episódio exibido referiu-se ao método científico, mostrando seus passos e aplicações de forma clara, dinâmica e humorística (<https://www.youtube.com/watch?v=cJWaVeWQJdw>).





**Figura 6:** (A e B) Encenação da peça teatral “O que é essa tal de ciência?”; (C) Entrega dos gibis, referentes à peça apresentada, com a presença dos autores; (D) Apresentação do vídeo “Mundo de Beakman”.

Para dividir os estudantes do EM em grupos de trabalho, para desenvolvimento das atividades em conjunto ao longo de toda a semana, foi aplicada uma dinâmica de distribuição aleatória. Cada participante retirou, de dentro de uma recipiente, um pirulito. Nestes, havia uma etiqueta com as letras A, T, C, G ou U, representando as bases nitrogenadas do DNA e do RNA. Foram assim constituídos cinco grupos, um para cada respectiva letra, compostos por 5-6 estudantes. Em seguida, sob supervisão de um monitor, cada grupo criou uma identidade própria, com uma autodenominação em referência a algum tema da área de Genética. A apresentação dos nomes de cada grupo foi feita pelos estudantes do EM, mediante uma explanação oral e exibição de um cartaz, em papel cartolina, elaborado com figuras, desenhos e palavras que indicassem conceitos associados ao tema/nome escolhido para o grupo (Figura 7A, B, C e D).

Esta atividade permitiu não somente criar uma identidade para cada grupo como também verificar interesses, informações prévias e falhas de conceitos sobre tópicos de Genética. Adicionalmente, os monitores também puderam identificar, durante a atividade em grupo, o entrosamento e a participação de cada um dos estudantes do EM. Ao final da divisão e apresentação dos grupos, os alunos tiveram a oportunidade de

preencher seus crachás da forma como gostariam de ser chamados durante todo o curso de férias criando, desta forma, um cartão com uma identidade pessoal e desejada (Figura 7E e F).



**Figura 7:** (A e B) Denominação dos grupos e elaboração de cartaz; (C e D) Apresentação do nome dos grupos; (E e F) Uso de crachá personalizado por cada participante.

Após a elaboração de seus próprios crachás, os estudantes do EM foram surpreendidos por uma encenação em que os monitores jogaram um líquido de cor avermelhada em uma das docentes responsáveis pelo curso, “manchando” assim sua roupa (Figura 8A e B). Esta encenação teve o intuito de mostrar aos participantes o chamado “sangue do diabo”, uma “tinta” química que desaparece em pouco tempo dos tecidos (<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sangue-diabo.htm>; <http://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/experimento-sangue-diabo.htm>), e questioná-los sobre como esta solução é preparada. Para responder a esta pergunta, os grupos de alunos do EM receberam aventais, luvas descartáveis e diversos materiais químicos, dispostos em uma bancada, para que tentassem reproduzir o “sangue do diabo”. Entre os materiais químicos fornecidos aos estudantes, foram incluídas substâncias que fazem parte da preparação deste líquido (hidróxido de amônio, fenolftaleína, álcool e água) e também componentes que não servem para elaborar tal material (Figura 8C e D). O objetivo desta prática foi demonstrar que o processo de

“tentativa e erro” muitas vezes ocorre nos experimentos científicos e que diversas descobertas acontecem de maneira acidental. Ao final da prática realizada, todos os grupos tiveram a oportunidade de expor aos demais os materiais e passos utilizados para chegar ao resultado final esperado. Adicionalmente, os alunos do EM também receberam explicações científicas sobre o processo químico envolvido na elaboração desta solução.



**Figura 8:** (A e B) Encenação com o “sangue do diabo”; (C e D) Atividade prática/experimental para preparação do “sangue do diabo”.

Houve ainda a apresentação de um vídeo criado pela agência F/NAZCA Saatchi & Saatchi para o Canal Futura com o tema “não são as respostas que movem o mundo, são as perguntas” (<https://www.youtube.com/watch?v=EVmejcPkkjI>). Esta frase, de Albert Einstein, foi utilizada como base para apresentar a última atividade do dia em sala de aula: os alunos do EM deveriam fazer suas próprias questões, individualmente ou em grupo, sobre qualquer assunto de Genética que tivessem dúvida ou interesse (Figura 9A e B). Estas questões foram escritas em pedaços de papel e colocadas em uma “caixa de perguntas” mantida na sala de aula (Figura 9C e D). Para finalizar esta atividade, os alunos foram informados de que, ao longo dos próximos dias do curso de férias, todas as questões inseridas na “caixa de perguntas” seriam respondidas, por meio

de atividades que permitissem um processo de ensino-aprendizagem conjunto entre docentes, monitores e estudantes do EM. Ao longo dos demais dias de curso de férias, os estudantes do EM tiveram a liberdade de inserir nesta caixa perguntas adicionais. Todas as questões foram posteriormente agrupadas em tópicos para facilitar o desenvolvimento das atividades subsequentes.



**Figura 9:** (A e B) Elaboração de perguntas sobre tópicos de Genética pelos alunos do EM; (C e D) Colocação das perguntas elaboradas na “caixa de perguntas”.

Como “tarefa de casa”, os estudantes do EM foram orientados a trazer, no dia seguinte, materiais que imaginassem ter DNA, para a realização de uma atividade específica e ainda não explicitada a eles. À saída dos alunos, estes receberam uma lembrancinha de boas vindas (pirulito colorido).

❖ Segundo dia de atividades (terça-feira):

No segundo dia de curso, visando aumentar o entrosamento entre todos os estudantes do EM, monitores e docentes, foi realizada uma dinâmica com bolas de borracha. Todos foram organizados em um grande círculo, na área externa da sala de aula (Figura 10), e receberam a informação de que uma bola seria jogada de uma pessoa

para outra, e assim subsequentemente, até que a bola retornasse à pessoa que iniciou o jogo. Também foi solicitado que a pessoa que recebesse a bola deveria dizer seu nome ou apelido (Figura 10B). Após a primeira rodada, foram incluídas outras bolas, de tamanhos e pesos diferentes, de forma que estas deveriam ser lançadas da mesma forma como inicialmente, ou seja, para a mesma pessoa. Essa dinâmica também permitiu discutir aspectos relacionados ao trabalho em grupo, como colaboração, atenção e dedicação. Além disso, foi possível fazer uma analogia das bolas, de diferentes tamanhos e pesos, com as pessoas ali envolvidas na dinâmica realizada - estas também possuem características, personalidades e talentos distintos e, assim, para um trabalho em grupo fluir adequadamente, é necessário compreender tais diferenças e utilizá-las de forma construtiva.



**Figura 10:** Dinâmica com bolas fora do ambiente da sala de aula.

Em sala de aula, foi iniciada uma discussão em grupo sobre a definição de célula eucariota e célula procariota, suas semelhanças e diferenças. Os alunos do EM puderam expor conhecimentos prévios, fazer novos questionamentos e tirar dúvidas sobre este assunto. Esta discussão foi facilitada pela utilização de modelos didáticos disponibilizados pelo Departamento de Educação do IB da UNESP (um modelo de célula vegetal e outro de célula animal) (Figura 11) e de um modelo simples e de baixo custo, elaborado pelos monitores, referente a uma célula bacteriana (garrafa plástica transparente com água representando o citoplasma, linha colorida representando o cromossomo bacteriano e anéis de plástico representando os plasmídeos).



**Figura 11:** Discussão sobre células procariota e eucariota com o uso de modelos biológicos.

O segundo tópico discutido referiu-se a células somáticas e células gaméticas. Este assunto foi abordado por meio de aula expositiva com a projeção de imagens e discussão com os estudantes do EM, procurando inserir, neste contexto, exemplos cotidianos, como características físicas, doenças e fecundação. Nesta discussão, também foi abordada a localização celular do DNA e sua forma compactada (cromossomo). Com o objetivo de permitir uma melhor compreensão da compactação desta molécula, foi realizada uma demonstração, utilizando dois fios de lã. Os alunos do EM foram questionados sobre como poderiam fazer para que os fios ficassem compactados e, portanto, com menor tamanho. As diversas hipóteses que foram sugeridas pelos alunos foram testadas (Figura 12A). Adicionalmente, foi proposto aos estudantes que estes atuassem como se fossem as proteínas histonas, envolvidas na compactação do DNA para melhor visualizar este processo (Figura 12B).



**Figura 12:** (A) Demonstração da compactação da molécula de DNA utilizando fios de lã; (B) Atuação dos estudantes do EM para compreender o papel das histonas no processo de compactação do DNA.

Após os tópicos sobre células e compactação do DNA terem sido explorados, os estudantes do EM trabalharam com conceitos e fases da mitose e meiose, por meio da utilização de uma caixa tridimensional construída pelos monitores (Figura 13). As laterais desta caixa apresentavam figuras acerca dos processos de divisão celular e cada grupo de estudantes teve a oportunidade de manipular este material e discutir o que compreendeu a partir das informações visualizadas (Figura 13B). Ao final da discussão entre os membros de cada grupo, estes exibiram aos demais estudantes, por meio da elaboração de um cartaz e uma breve explanação oral, suas conclusões sobre o tema explorado (Figura 13C e D) e, posteriormente, foi realizada uma discussão geral sobre o assunto.



**Figura 13:** (A) Apresentação de material didático sobre mitose e meiose; (B) Estudo e discussão em grupo sobre as informações apresentadas; (C) e (D) Apresentação dos alunos do EM sobre suas conclusões sobre o tema em questão.

Para melhor consolidar as informações sobre divisão celular, foi apresentado um vídeo explicativo sobre este tema, contemplando todas as fases da meiose ([https://www.youtube.com/watch?v=F3mjDCCW\\_cU](https://www.youtube.com/watch?v=F3mjDCCW_cU)), e, posteriormente, os estudantes do EM fizeram a observação de células vegetais em divisão mitótica, ao microscópio óptico.

No período da tarde, foi realizado um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a estrutura do DNA - estes puderam, de forma, livre, expor o que sabiam sobre este tema. Como base nas informações levantadas, este assunto foi explorado por meio da projeção de figuras, apresentação da história e dos pesquisadores envolvidos na dedução da estrutura química do DNA e uso de um modelo tridimensional desta molécula (Figura 14A).

Como atividade complementar, foi realizada uma prática em que os estudantes do EM montaram a estrutura secundária da molécula de DNA, utilizando balas de goma de diferentes cores e palitos de madeira. Cada grupo de alunos montou suas próprias moléculas e os modelos elaborados foram apresentados aos demais grupos, por meio de uma explanação oral sobre o que cada componente empregado no modelo representava (Figura 14B, C, D e E). Posteriormente, o modelo didático de DNA utilizado nas explicações iniciais sobre este tema foi comparado aos modelos elaborados pelos alunos, o que permitiu que estes pudessem inferir se os componentes químicos das moléculas estabelecidas estavam adequadamente dispostos (Figura 14F). Ao final das atividades, os estudantes puderam “saborear” suas moléculas de DNA.





**Figura 14:** (A) Apresentação de dados sobre a estrutura química do DNA; (B) Montagem de modelos de moléculas de DNA utilizando balas de goma e palitos de madeira; (C, D e E) Apresentação dos modelos de DNA elaborados pelos alunos do EM; (F) Comparação do modelo padrão da molécula de DNA com os modelos elaborados pelos alunos.

Dando continuidade ao tema sobre DNA, foi questionado aos alunos se seria possível visualizar esta molécula a olho nu. Para responder a esta questão, os alunos começaram a planejar um experimento para isolar DNA dos materiais que haviam trazido de casa (como frutas, legumes, verduras e cabelo), como solicitado no dia anterior. Além destes, outros materiais também foram coletados ao redor da sala de aula (como flores, folhas de árvores, insetos vivos e mortos). Para tanto, foi realizada uma discussão sobre como elaborar uma metodologia de extração de DNA - quais reagentes

e materiais utilizar (Figura 15A, B e C). Os alunos também tiveram a oportunidade de isolar DNA de si próprios a partir de células da mucosa bucal.

Durante o experimento de extração de DNA, os docentes responsáveis pelo curso de férias fizeram uma encenação para explicar as propriedades e aplicações do nitrogênio líquido em metodologias laboratoriais de isolamento de ácidos nucleicos (Figura 15D) e este foi incorporado nos protocolos de isolamento de DNA elaborados pelos estudantes.



**Figura 15:** (A, B e C) Atividade prática de extração de DNA; (D) Encenação sobre as propriedades e aplicações do nitrogênio líquido.

Ao final do processo de extração, criou-se, na lousa, uma tabela comparativa dos dados dos diferentes grupos, composta por tipo/nome do material do qual o DNA foi isolado, qual o método empregado para a extração e qual a quantidade e qualidade das amostras obtidas. Com base na tabela elaborada, os resultados foram discutidos e os estudantes do EM puderam concluir quais métodos e materiais mais adequados para o isolamento de amostras de DNA de maior concentração e melhor qualidade. Além disso, os estudantes analisaram as amostras de DNA isoladas em microscópio óptico para verificar se era possível visualizar sua estrutura secundária (Figura 16A e B).



**Figura 16:** Análise das amostras de DNA isoladas em microscópio óptico.

Os últimos temas explorados no dia foram duplicação, transcrição e tradução. Depois de uma breve explanação sobre o significado de cada um destes termos e de sua função nos organismos, foi dada maior ênfase ao processo de duplicação da molécula de DNA. Para tanto, foi aplicada uma dinâmica envolvendo todos os estudantes do EM e monitores que “representaram” a estrutura secundária do DNA (Figura 17A) e posteriormente, formaram uma quadrilha, ao som de uma música de festa junina, que exemplificava os passos e enzimas envolvidos no processo de replicação (Figura 17B).



**Figura 17:** (A) Representação da estrutura secundária da molécula de DNA; (B) Quadrilha formada pelos alunos do EM e monitores para mostrar os passos e enzimas envolvidos no processo de duplicação do DNA.

❖ Terceiro dia de atividades (quarta-feira):

A primeira atividade do dia consistiu do jogo “Imagem e Ação” (Figura 18) - criada pelos monitores - em que os estudantes foram divididos em dois grandes grupos para adivinhar, por meio da realização de mímicas, palavras associadas aos temas de Genética discutidos no dia anterior. A cada rodada do jogo, um representante de um dos grupos sorteou uma palavra e executou mímicas, durante um tempo máximo de 1 minuto, para que os demais integrantes de seu grupo interpretassem a encenação e descobrisse a palavra em questão. Esta atividade teve como objetivo o entrosamento dos alunos e a recordação de temas e conceitos já discutidos anteriormente.



**Figura 18:** Desenvolvimento do jogo “Imagem e Ação” associado a temas de Genética. (A) Estudantes do EM tentando adivinhas a palavra sorteada; (B) Monitor realizando mímicas acerca da palavra sorteada.

Foi iniciada uma discussão sobre cromossomos autossômicos e cromossomos sexuais (sistemas de determinação sexual XX/XY e ZZ/ZW). Esta discussão foi embasada pela projeção de figuras de cariótipos de machos e fêmeas de distintas espécies (Figura 19A e B). Em seguida, os estudantes do EM fizeram a observação, em microscópio óptico, de cromossomos mitóticos (fase de metáfase) humanos e de outras espécies animais (Figura 19C, D e E). Durante esta observação, os estudantes puderam analisar características cromossômicas como número, morfologia e tamanho. Ao final da análise dos cromossomos metafásicos, cada grupo de estudantes do EM elaborou um cartaz - utilizando cartolina, linhas coloridas e canetas hidrográficas - sobre o que foi observado ao microscópio e apresentou seus dados aos demais grupos, por meio de uma explanação oral breve (Figura 19F).



**Figura 19:** (A e B) Apresentação de dados sobre cromossomos autossômicos e sexuais; (C, D e E) Observação de cromossomos metafásicos em microscópio óptico; (F) Elaboração de cartaz sobre os dados observados em microscopia.

Em seguida à exploração do tema “cromossomos”, foi iniciado um assunto correlato, envolvendo os conceitos de gene, alelos, loco gênico, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo. Tais assuntos foram discutidos por meio da projeção de figuras e visualização de características morfológicas (Figura 20A). Dando prosseguimento ao tema em estudo, os estudantes do EM fizeram a observação direta de suas próprias características fenotípicas, como tipo de inserção do lóbulo da orelha, capacidade ou não de dobrar a língua, polegar em curva ou reto e forma de cruzar os braços (Figura 20B, C e D). A presença de gêmeos monozigóticos entre os estudantes do EM propiciou a comparação de características fenotípicas entre irmãos idênticos (Figura 20C e D).

Além disso, foi realizado também um teste prático em que os estudantes do EM puderam verificar sua sensibilidade ou não à solução PTC (feniltiocarbamida) (FREIRE & LIMA, 2009), por meio da colocação de algumas gotas desta substância na língua (Figura 20E e F).



**Figura 20:** (A) Apresentação dos conceitos de gene, alelos, loco gênico, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo; (B) Observação direta de característica fenotípica (tipo de inserção de lóbulo da orelha); (C e D) Observação direta de características fenotípicas (tipo de lóbulo de orelha e forma de cruzar os braços) em gêmeos idênticos; (E e F) Teste de sensibilidade ao PTC.

A discussão do tema em questão teve continuidade com explicações acerca de padrões de herança autossômica e herança ligada ao sexo. A compreensão de tais assuntos foi facilitada pela apresentação de exemplos de alterações genéticas como albinismo, hemofilia e daltonismo e projeção de figuras associadas a estas características. Adicionalmente, os estudantes do EM realizaram um teste prático de

visão (teste de cores de Ishihara) (<http://www.color-blindness.com/ishihara-38-plates-cvd-test/>), por meio da visualização de figuras, para verificar se eram daltônicos ou não.

Os conceitos de genes, alelos, dominância e recessividade foram ainda explorados em uma discussão sobre alelos múltiplos. Esta discussão envolveu primeiramente uma dinâmica com chocolates de sabores diversos mas da mesma marca, como analogia aos diferentes alelos de um mesmo gene (Figura 21A). Os chocolates foram então utilizados para composição dos diferentes genótipos associados a um determinado gene.

Após esta analogia, foi apresentado aos estudantes do EM, como exemplo real de herança de alelos múltiplos, o sistema sanguíneo ABO humano. A compreensão deste exemplo - envolvendo a formação dos diferentes genótipos e fenótipos sanguíneos, como os testes de tipagem sanguínea são realizados, o que são doador e receptor universal e qual o papel dos antígenos e anticorpos - foi mediada por uma encenação realizada pelos monitores e uso de modelos construídos com isopor e palitos de madeira. Os estudantes do EM atuaram como coadjuvantes nesta apresentação representando alelos (Figura 21B, C e D).

Para uma melhor compreensão da formação de genótipos associados ao sistema ABO, foi também realizada uma dinâmica, denominada de “dança das cadeiras”, envolvendo os estudantes do EM. Nesta dinâmica, vários estudantes (representando alelos múltiplos do gene) “dançaram” ao redor de duas cadeiras (representando os dois cromossomos portadores do loco deste gene), ao som da música “Tipo Sanguíneo” (<https://www.youtube.com/watch?v=JCujFrmnl00>). Quando a música foi interrompida, dois estudantes conseguiram se sentar nas cadeiras e os alelos que estes representavam foram anotados na lousa evidenciando os genótipos formados. Esta atividade foi repetida mais algumas vezes para que alelos distintos pudessem “se sentar nas cadeiras” e, assim, levar à formação de genótipos diferentes (Figura 21E e F).

Ao final desta atividade, os estudantes do EM puderam ver uma demonstração prática de como o teste de tipagem sanguínea é realizado por intermédio da reação antígeno-anticorpo em gotas de sangue (Figura 22).



**Figura 21:** (A) Analogia de chocolates de diferentes sabores da mesma marca com alelos múltiplos de um mesmo gene; (B, C e D) Encenação sobre características do sistema sanguíneo ABO; (E e F) Dinâmica da “dança das cadeiras” sobre formação de genótipos a partir dos alelos do sistema ABO.



**Figura 22:** Demonstração do teste para tipagem sanguínea associada ao sistema ABO.



No início das atividades do período vespertino, os estudantes do EM visitaram o Museu de Anatomia do Instituto de Biociências (Figura 23). Nesta visita, os estudantes puderam conhecer o acervo de peças anatômicas de diferentes espécies, incluindo fetos humanos que apresentam síndromes genéticas. Assim, estes tiveram a oportunidade de visualizar características morfológicas associadas a tais alterações.



**Figura 23:** Visita ao Museu de Anatomia do Instituto de Biociências da UNESP.

De volta à sala de aula, para dar continuidade ao que havia sido observado no Museu da Anatomia, foi iniciada uma discussão sobre síndromes genéticas, como Down, Cri-du-Chat, Edwards, Turner e Klinefelter. Para embasar o diálogo dos estudantes do EM com os monitores, foi feita uma projeção de slides com a apresentação de cariótipos e fenótipos associados a cada uma dessas síndromes. Posteriormente, os grupos de estudantes do EM manusearam um jogo da memória no qual deveriam correlacionar cartas que apresentavam características fenotípicas específicas às síndromes genéticas já discutidas anteriormente a cartas que continham fotos de indivíduos e seus cariótipos (PAIM *et al.*, 2015) (Figura 24).



**Figura 24:** (A) Jogo da memória para correlação entre características fenotípicas associadas a síndromes genéticas e suas respectivas alterações cromossômicas; (B) Detalhe das cartas do jogo da memória.

❖ Quarto dia de atividades (quinta-feira):

Como nos dias anteriores, as atividades foram iniciadas com uma dinâmica de grupo, desta vez chamada de “caracol”, como forma de recreação, interação e trabalho colaborativo. Os estudantes do EM, docentes e monitores formaram uma fila, de mãos dadas uns aos outros e, ao som de uma música, a primeira pessoa da fila começou a puxar os demais, que deveriam segui-la, passando por cima e por baixo dos braços das demais pessoas. À medida que a fila foi andando, esta passou a ficar cheia de “nós” e estes tiveram que ser desatados pela última pessoa da fila, contando com a colaboração dos demais participantes (Figura 25).



**Figura 25:** Dinâmica do caracol realizada com todos os participantes do curso de férias.

Após a dinâmica de grupo, foram abordados assuntos relacionados a transgenia, clonagem, células-tronco e terapia gênica. A discussão destes tópicos foi subsidiada por uma encenação produzida por docentes e monitores que consistiu em um “programa de

auditório” com “entrevistas” e “atrações” diversas direcionadas para uma “platéia” composta pelos estudantes do EM. A primeira “atração” do programa consistiu na apresentação de uma peça de teatro mudo intitulada “O que é que o morango tem?” (<https://www.youtube.com/watch?v=g8XIQI6GvOo>). A parte inicial desta encenação referiu-se aos materiais e passos empregados na metodologia de extração de DNA, ou seja, a conteúdos já vistos e discutidos no curso de férias. A parte final da peça de teatro foi relacionada ao processo de transgenia, assunto ainda não abordado (Figura 26). Ao final da apresentação, os estudantes do EM puderam tecer comentários sobre o que recordaram acerca do protocolo de isolamento de DNA e sobre o que compreenderam do final da peça.



**Figura 26:** Cenas da peça de teatro “O que é que o morango tem?”.

A discussão realizada sobre o entendimento dos estudantes do EM acerca do final da peça de teatro “O que é que o morango tem?” serviu para subsidiar a próxima “atração” do programa de auditório - um quadro em que o apresentador do programa conversou com convidados que falaram sobre as metodologias utilizadas em transgenia vegetal e animal (Figura 27A) e a platéia recebeu saquinhos de pipoca doce em cujo rótulo encontrava-se impresso o símbolo de alimentos transgênicos. Na sequência, os convidados do programa abordaram o tema “clonagem” mostrando técnicas e exemplos de clones (Figura 27B).

A terceira “atração” do programa de auditório foi elaborada para embasar uma discussão sobre células-tronco e terapia gênica, mediada pela “convidada” Dra. Mariana Antunes Ribeiro (pesquisadora do Departamento de Morfologia do IB de Botucatu, UNESP) que foi entrevistada para responder perguntas elaboradas pela platéia (Figura

27C). O programa terminou com um bloco chamado de “soletrando” em que pessoas da platéia foram convidadas para soletrar palavras de Genética relacionadas a temas que haviam sido discutidos ao longo das atrações apresentadas (Figura 27D).



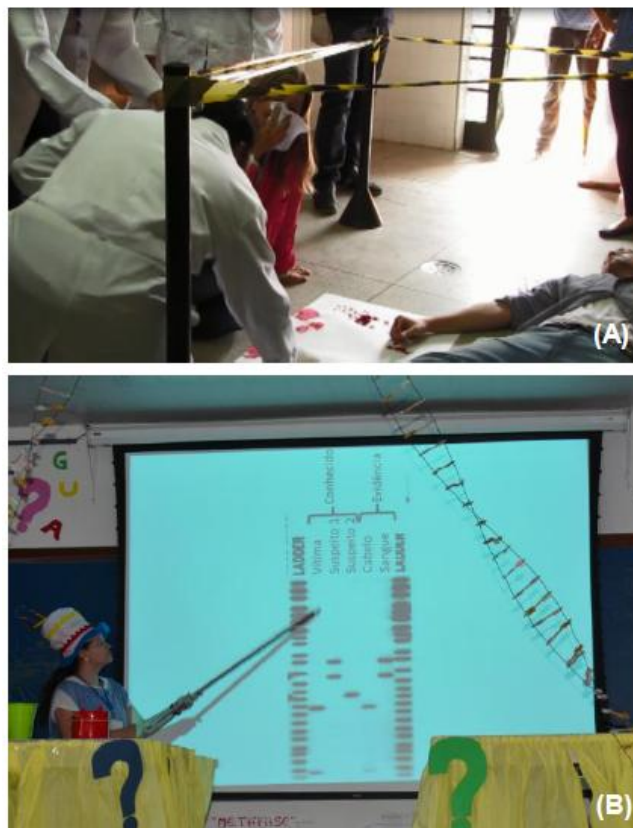
**Figura 27:** Encenação sobre métodos e exemplos associados à transgenia (A), à clonagem (B) e a células-tronco e terapia gênica (C); (D) Alunos do EM soletrando palavras de Genética associadas a estes temas.

No período da tarde, os estudantes do EM foram primeiramente desafiados a completar uma “cruzadinha” (palavras cruzadas) com palavras da área de Genética (<http://www.passatempos.jeitoetalento.com/cruzadas/biologia/genhum001vi.php>) (Figura 28A), com o objetivo de recordar termos já abordados nas atividades dos dias anteriores dos cursos de férias. Posteriormente, estes conheceram alguns laboratórios das áreas de Citogenética, Biologia Molecular e Evolução do IB (Figura 28B). Nestas visitas, foi possível explicar a aplicação de materiais e equipamentos laboratoriais, como termociclador e cubas de eletroforese, além de apresentar aos alunos alguns projetos de pesquisa desenvolvidos pela UNESP.



**Figura 28:** (A) Resolução de palavras cruzadas associadas a temas de Genética. (B) Visita a laboratório de pesquisa do Instituto de Biociências.

A última atividade do dia foi fundamentada em uma “investigação científica”, que consistiu no ensino centrado no participante e baseado na solução de um problema simulado. Foi colocado aos estudantes do EM, como problema contextualizado, uma cena de crime para que, entre diversos suspeitos, se descobrisse o responsável por um assassinato. Para tanto, cada grupo de estudantes coletou amostras biológicas na cena do crime (Figura 29A) e, posteriormente, desenvolveu metodologias para identificar o responsável pelo delito, baseando-se em informações prévias (visualizadas em vídeos que mostraram cenas envolvendo os suspeitos) e em conteúdos de Genética já discutidos durante as atividades dos cursos de férias e durante as visitas aos laboratórios de pesquisa (Figura 29B). Esta atividade, por sua complexidade, permitiu trabalhar com o método científico e gerou discussões sobre teste de criminalística, teste de paternidade, marcadores moleculares (microsatélites), técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) e eletroforese em gel de agarose.



**Figura 29:** Atividades de investigação científica. (A) Coleta de material biológico na cena de um crime fictício; (B) Discussão dos dados levantados para identificação do criminoso.

❖ Quinto dia de atividades (sexta-feira):

A primeira atividade do dia foi uma dinâmica em grupo (dança livre ao som de uma música), envolvendo estudantes do EM, docentes e monitores, como forma de diversão e interação (Figura 30).



**Figura 30:** Dinâmica realizada com todos os participantes do curso de férias.

O primeiro tópico de Genética abordado nesse dia foi relacionado à mutação e este foi explorado por meio da apresentação de uma peça de teatro denominada “O Julgamento da Mutação” (SILVA *et al.*, 2013). A dramatização, feita pelos monitores, permitiu discutir se a mutação é vilã (fonte de doenças) ou não (indispensável para a evolução das espécies), tendo como advogada de defesa a Seleção Natural e como promotor o gene TP53 (supressor tumoral) (Figura 31A e B). Coube à platéia, composta pelos estudantes do EM, tomar a decisão final sobre a culpa ou inocência da mutação (Figura 31C).



**Figura 31:** (A e B) Cenas da peça de teatro “O Julgamento da Mutação”; (C) Votação, entre os estudantes do EM, sobre o papel da mutação.

Como continuidade à discussão sobre mutação, a Profa. Dra. Claudia Aparecida Rainho do Departamento de Genética (IBB - UNESP) ministrou uma palestra sobre câncer e respondeu perguntas dos estudantes do EM sobre este assunto (Figura 32).



**Figura 32:** Palestra e discussão sobre câncer.

Em seguida foi realizada uma atividade, fora da sala de aula, para exemplificar a atuação da seleção natural no processo evolutivo, frente às mudanças ambientais (Figura 33). Nesta atividade, cada aluno do EM representou uma espécie animal ou vegetal com determinadas características e pôde verificar se esta viveria ou pereceria frente a alterações ambientais em diferentes biomas.



**Figura 33:** Atividade fora da sala de aula para exemplificar o processo de seleção natural.

Ao final da manhã, foram discutidas algumas atividades realizadas no primeiro dia do curso de férias - o desenho de um cientista e de um artista e a frase “Se eu fosse um cientista...” (Figura 34A). Primeiramente, foi solicitado aos alunos do EM que estes se recordassem dos desenhos que haviam elaborado e das frases que haviam completado.



Em seguida, foi questionado se os estudantes do EM achavam que cientistas são diferentes de artistas e se Ciência e Arte são coisas completamente distintas. Além disso, foi solicitado que estes elencassem as características dos cientistas que foram evidenciadas nos desenhos. Ao final da exposição das opiniões, discutiu-se que cientistas também são artistas, pois trabalham a imaginação e a criatividade e que características geralmente associadas aos cientistas (maluco, “nerd”, louco, obsessivo, homem branco, excêntrico, solitário, despreocupado com a aparência, sem vida pessoal) são, na verdade, estereótipos. Além disso, analisou-se que, no processo de ensino-aprendizagem, geralmente se utiliza a visão (leitura) e a audição (ouvir alguém falar), mas não necessariamente precisa ser desta forma - é possível utilizar a arte para transmitir algo de forma mais simples, compreensível e agradável, por meio de vídeos, músicas, brincadeiras e encenações (Figura 34B).



**Figura 34:** (A) Exposição dos desenhos e frases elaborados pelos estudantes do EM; (B) Discussão sobre cientistas e artistas.

Em relação à frase “Se eu fosse um cientista...”, foi questionado aos estudantes do EM se estes mudariam o que haviam redigido no primeiro dia de atividades. Em seguida, foi apresentado o vídeo “O que é preciso para ser um cientista” da Academia Brasileira de Ciências (<https://www.youtube.com/watch?v=aQbY-IJi2Ik>) que permitiu demonstrar aos estudantes que todos atuaram como cientistas ao longo do curso de férias, já que desenvolveram características como curiosidade, força de vontade, gosto pelo estudo e persistência.

Para o encerramento desta temática, foram distribuídos exemplares da revista “Sim, nós temos cientistas!”, uma estória em quadrinhos educativa produzida pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que mostra as contribuições de diversos cientistas brasileiros.

A última atividade da manhã deste dia consistiu no preenchimento dos questionários de avaliação das atividades realizadas ao longo da semana (Anexos I e II). No início do período da tarde, os estudantes do EM tiveram a tarde livre para planejar e elaborar uma atividade a ser apresentada, no dia seguinte, aos participantes dos demais cursos de férias. Foi solicitado que esta atividade deveria englobar os conteúdos de Genética abordados ao longo da semana e ser desenvolvida de forma lúdica, integrando Ciência e Arte (Figura 35). Os docentes e monitores não interferiram na criação da atividade a ser realizada; estes somente auxiliaram os estudantes do EM para sanar dúvidas e disponibilizar materiais.



**Figura 35:** Preparação da atividade final a ser apresentada pelos estudantes do EM.

❖ Sexto dia de atividades (sábado):

Assim como ocorreu na abertura dos cursos de férias, o último dia de atividades também teve seu início no Anfiteatro Casa da Arte (FMVZ, UNESP), com a presença de todos participantes, e os estudantes do EM de cada curso fizeram uma apresentação artística sobre assuntos relacionados às temáticas exploradas. Os alunos do curso “Experimentando Genética” encenaram uma peça de teatro e cantaram paródias (Figura 36). Em seguida, foram mostrados vídeos, elaborados pelos docentes e monitores, dos principais momentos e atividades de cada curso de férias.



**Figura 36:** (A) Alunos do curso “Experimentando Genética” caracterizados para a apresentação da peça de teatro; (B) Apresentação final dos estudantes do EM, com a participação dos monitores.

No período da tarde, os estudantes do EM retornaram à sala de aula para o encerramento das atividades - entrega dos certificados de participação e de uma “lembrancinha” (revista “Ciência Hoje das Crianças - DNA”, bombom e foto de todos os cursistas, docentes e monitores), sorteio de brindes (chocolates, livros, gibis e kits para montagem de modelos de DNA) e elaboração de recados em um mural (Figuras 37 e 38).



**Figura 37:** (A e B) Entrega de certificados e “lembrancinhas” pelos docentes responsáveis pelo curso de férias; (C) Entrega de brinde sorteado a monitor; (D) Quadro de recados.



**Figura 38:** Fotografia dos participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética” - 2015 (docentes, monitores e estudantes do EM) entregue aos alunos do EM ao final das atividades.

#### 4.1.1.2. Curso “Experimentando Genética” - Edição de 2016

Em 2016, as atividades dos cursos de férias “Experimentando Genética” foram realizadas de 25 a 30 de janeiro, no período das 08:30h às 17:00h, de segunda a sexta-feira, e no sábado, das 08:30h até às 15:00h. Abaixo, encontra-se uma descrição detalhada da abertura de todos os cursos de férias, realizada no Anfiteatro Casa da Arte (FMVZ, UNESP) (Figura 39).

As demais atividades descritas referem-se somente a dinâmicas, práticas, encenações e explicações diferentes das descritas para a edição de 2015 do curso “Experimentando Genética”; atividades muito similares as realizada no ano anterior foram omitidas no presente relato.

##### ❖ Primeiro dia de atividades (segunda-feira):

A mesa de abertura foi composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. Maria Dalva Cesario (Diretora do IB da UNESP, Campus de Botucatu), Profa. Alessandra Luchesi de Oliveira (Secretária Municipal de Educação de Botucatu) e Profa. Dra. Adriane Pinto Wasko (Docente do Departamento de Genética do IB da UNESP, Campus de Botucatu e Coordenadora Geral do Programa “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico” junto à Pró-Reitoria de Extensão da UNESP) (Figura 39B).

Após a palavra dos membros da mesa de abertura, a Profa. Dra. Adriane Wasko expôs os objetivos dos cursos de férias e as ações da Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública. Em seguida, o Prof. Dr. Cesar Martins (Docente do Departamento de Morfologia do IB da UNESP e responsável pela implementação dos cursos de férias na UNESP), em comemoração aos 10 anos de cursos de férias na instituição, fez um breve histórico das atividades já realizadas (Figura 39C). A última atividade da abertura dos cursos de férias foi realizada pelo Prof. Dr. Luiz Henrique de Araújo Machado (Docente do Departamento de Clínica Veterinária da FMVZ da UNESP) que ministrou uma “aula-trote” sobre a existência das sereias - abordando sua origem, evolução, biologia e cultura (Figura 39D), para provocar nos estudantes do EM uma visão crítica sobre o assunto.



**Figura 39:** Abertura dos cursos de férias da UNESP, realizados em 2016. (A) Participantes dos cursos de férias no Anfiteatro Casa da Arte - UNESP; (B) Composição da mesa de abertura; (C) Apresentação do histórico dos cursos de férias na UNESP; (D) “Aula-trote” sobre a existência de sereias.

Na sala de aula do curso “Experimentando Genética”, a dinâmica “quebra-gelo” inicial para apresentação dos participantes foi equivalente à descrita para o curso realizado em 2015. Entretanto, não foram utilizados tubos plásticos laboratoriais para inserir os papéis com os nomes ou apelidos dos estudantes do EM, docentes e monitores - alternativamente, foram usados balões coloridos cheios de ar. Estes foram estourados para leitura dos nomes/apelidos escritos (Figura 40).



**Figura 40:** Dinâmica “quebra-gelo” para apresentação dos participantes.

A dinâmica intitulada “O que é o que é?”, realizada em 2015, foi substituída por outra atividade, mas com o mesmo objetivo - começar a demonstrar aos alunos as características desejadas para se trabalhar com conceitos prévios e em grupo e também os passos do método científico. Esta dinâmica, chamada de “Mistério” consistiu em pedir que dois estudantes do EM atuassem como cientistas que teriam que descobrir um “mistério”. Para isso, o cientista 1 recebeu como ferramenta de trabalho o tato e o cientista 2 recebeu como ferramenta de trabalho o questionamento. Os dois cientistas saíram da sala de aula e os demais alunos do EM escolheram como “mistério” a ser descoberto um dos próprios estudantes. Cada um dos cientistas voltou à sala de aula, separadamente e com os olhos vendados, para colher informações sobre o “mistério” selecionado - o cientista 1 pôde tatear o “mistério” e o cientista 2 pôde fazer questionamentos aos demais estudantes sobre as características do “mistério”. Tais questionamentos foram respondidos somente com respostas afirmativas (“sim”) ou negativas (“não”). Todas as características levantadas acerca do “mistério” foram listadas na lousa, representando os dados de uma pesquisa. Em seguida, os dois cientistas foram reunidos para trocar ideias sobre as características que haviam identificado e tentar chegar a uma conclusão sobre qual era o “mistério” a ser identificado (Figura 41).



**Figura 41:** Dinâmica “Mistério”. (A) Cientista fazendo levantamento de dados sobre o “mistério”; (B) Cientistas conversando sobre os dados levantados para descobrir o “mistério”.

A peça de teatro “O que é essa tal de Ciência?” não foi apresentada no ano de 2016. Alternativamente, os monitores elaboraram um cartaz com um esquema sobre os passos do método científico (Figura 42). Este cartaz foi fixado em uma das paredes da

sala de aula (e assim mantido até o final do curso de férias) e seu conteúdo foi discutido com os estudantes do EM.



**Figura 42:** Cartaz com esquema dos passos do método científico.

Neste ano, também não foram realizadas as atividades com “sangue do diabo”. A discussão sobre o processo de “tentativa e erro” nos experimentos científicos e sobre o fato de que algumas descobertas acontecem de maneira acidental foi realizada ao fim da dinâmica do “Mistério” - os “chutes” feitos com o objetivo de descobrir o “mistério” foram correlacionados com as tentativas e erros na Ciência.

#### ❖ Segundo dia de atividades (terça-feira):

Após os tópicos sobre células e compactação do DNA terem sido explorados, os estudantes do EM não trabalharam com os temas mitose e da meiose de forma tão detalhada como no ano anterior. Foi somente dada uma explicação rápida sobre a função de cada tipo de divisão celular.

Da mesma forma como ocorreu em 2015, os últimos temas explorados no dia foram duplicação, transcrição e tradução. Entretanto, além da realização da dinâmica da quadrilha para exemplificação do processo de replicação, foi também encenada, pelos monitores, uma peça de teatro denominada “Fluxo do Aminoácido” (Figura 43), para compreensão dos processos de transcrição e síntese protéica. Após a apresentação, os estudantes do EM discutiram o que compreenderam sobre a peça teatral.





**Figura 43:** Cenas da peça de teatro “Fluxo do Aminoácido”.

❖ Terceiro dia de atividades (quarta-feira):

A discussão sobre cromossomos autossômicos e cromossomos sexuais (sistemas de determinação sexual XX/XY e ZZ/ZW), embora realizada de forma similar a do ano anterior, incluiu também a elaboração de uma atividade prática - montagem de cariótipos utilizando figuras impressas de cromossomos metafásicos humanos, de cachorro e de papagaio (Figura 44).



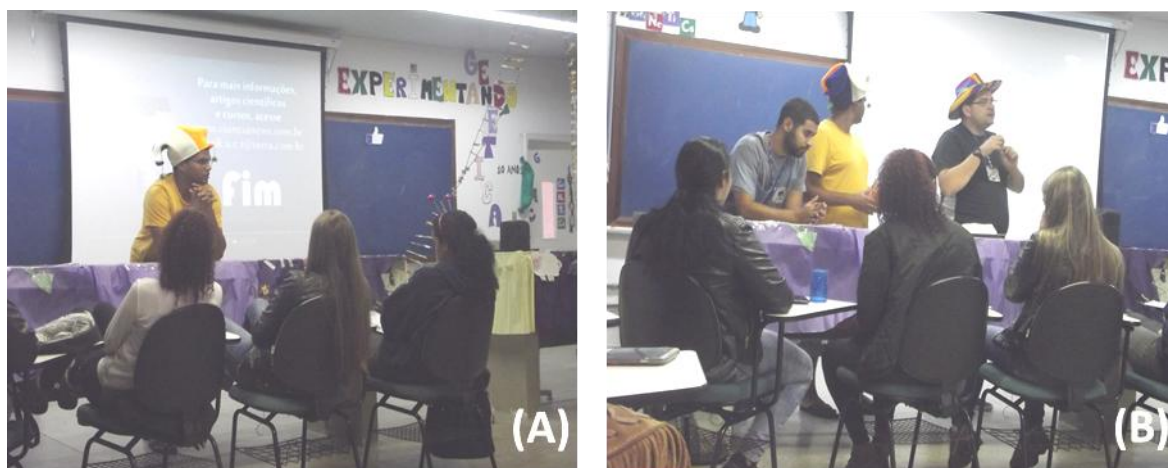
**Figura 44:** Atividade de montagem do cariótipo de algumas espécies.

A exploração dos conceitos de gene, alelos, loco gênico, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo foi equivalente à realizada em 2015 embora não tenha sido incluída a comparação de características fenotípicas entre gêmeos.

❖ Quarto dia de atividades (quinta-feira):

Da mesma forma como realizado no ano anterior, o quarto dia de atividades abordou assuntos relacionados a transgenia, clonagem, células-tronco e terapia gênica. A discussão sobre mutação e câncer também foi incluída neste dia, diferentemente do que ocorreu em 2015 em que este tema foi abordado no quinto dia do curso.

O tópico mutação e câncer foi iniciado com a projeção de slides, uma breve explanação oral e a apresentação de um vídeo com informações sobre o que é câncer (<https://www.youtube.com/watch?v=HU2sXd5H48Q>), exemplos, prevenção e tratamentos. Em seguida, os estudantes do EM fizeram uma discussão conjunta sobre o assunto, com ênfase nos efeitos da radiação solar e no tratamento com o composto químico fosfoetanolamina (Figura 45). Não foram apresentadas a peça de teatro “O Julgamento da Mutação” e a palestra da Profa. Dra. Claudia Aparecida Rainho, como em 2015.



**Figura 45:** Explicação sobre câncer e seus tratamentos.

A discussão sobre transgenia, clonagem, células-tronco e terapia gênica foi subsidiada por duas encenações realizadas por docentes e monitores. Uma destas encenações - a peça de teatro “O que é que o morango tem?” fez parte das atividades apresentadas no curso de 2015 e permitiu que os estudantes do EM recordassem a metodologia de extração de DNA e discutissem o final da peça, relacionado ao processo de transgenia. A segunda encenação - baseada nos filmes da franquia Star Wars (Guerra nas Estrelas) do cineasta George Lucas e nos seus personagens - não fez parte das atividades do curso anterior e abordou os demais tópicos em questão (Figura 46).



**Figura 46:** Cenas da peça de teatro “Star Wars”.

Assim como no ano anterior, a última atividade do dia foi fundamentada em uma “investigação científica”. Foi colocado aos estudantes do EM, como problema contextualizado, um crime contra a fauna para que, entre diversos suspeitos, se descobrisse o responsável pelo tráfico ilegal de animais. Para tanto, os estudantes do EM foram até o Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens - CEMPAS (FMVZ da UNESP) (Figura 47 A e B). Cada grupo de estudantes recebeu amostras biológicas - penas de aves e carne industrializada - de supostos animais traficados. Posteriormente, os estudantes do EM desenvolveram metodologias para identificar o responsável pelo crime e descobrir a quais espécies animais as amostras biológicas referiam-se, baseando-se de informações prévias - repassadas por um personagem, representando um policial ambiental, e por técnicos e veterinários que atuam no CEMPAS - e em conteúdos de Genética já discutidos durante as atividades dos cursos de férias e durante as visitas aos laboratórios de pesquisa (Figura 47 C e D). Esta atividade, por sua complexidade, permitiu trabalhar com o método científico e gerou discussões sobre teste de criminalística, teste para identificação de espécies e do sexo

dos animais, marcadores moleculares (microssatélites), técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) e eletroforese em gel de agarose.



**Figura 47:** Atividade de investigação científica. (A) Visita ao CEMPAS (FMVZ, UNESP); (B) Coleta de amostras biológicas associadas a um crime fictício; (C) Eletroforese em gel de agarose; (D) Discussão dos dados levantados para identificação do criminoso e das espécies animais traficadas.

❖ Quinto dia de atividades (sexta-feira):

A temática sobre seleção natural e Evolução foi mais amplamente explorada no curso de 2016. Além da atividade já descrita para o curso do ano anterior, os docentes e monitores encenaram uma peça de teatro sobre seleção natural e seleção artificial (Figura 48A). Em seguida, houve uma discussão sobre teorias evolutivas e evolução das espécies (Figura 48B).



**Figura 48:** Atividades acerca de seleção e Evolução. (A) Teatro sobre seleção natural e artificial; (B) Discussão sobre temas relacionados à Evolução.

❖ Sexto dia de atividades (sábado):

Como apresentação final, os alunos do curso “Experimentando Genética” encenaram uma peça de teatro, baseada em um conto de fadas, e cantaram paródias (Figura 49), de modo similar às atividades apresentadas em 2016. A figura 50 mostra foto feita de todos os participantes do curso deste ano.



**Figura 49:** (A) Alunos do curso “Experimentando Genética” caracterizados para a apresentação da peça de teatro; (B) Apresentação final dos estudantes do EM, com a participação dos monitores.



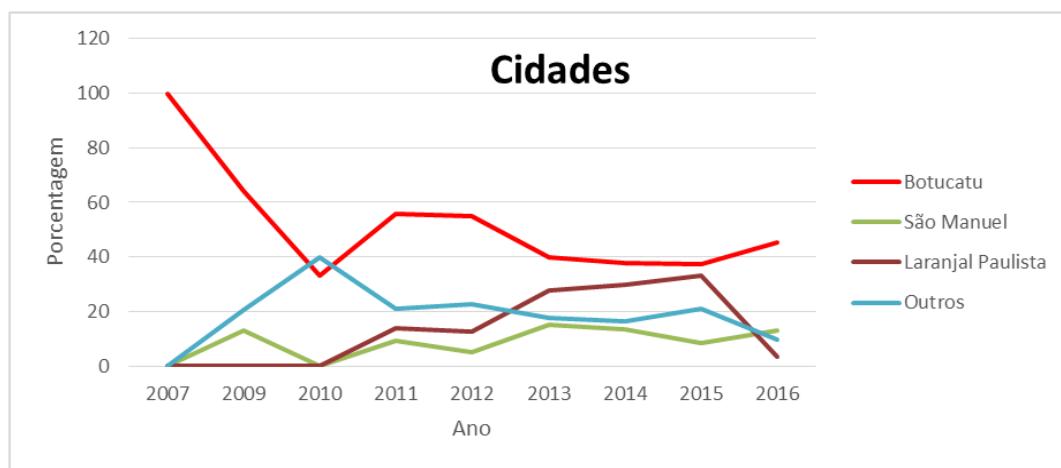
**Figura 50:** Fotografia dos participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética” - 2016 (docentes, monitores e estudantes do EM) entregue aos alunos do EM ao final das atividades.

#### 4.1.2. Dados sociogeográficos dos participantes

A análise dos questionários aplicados aos estudantes do EM permitiu computar informações sobre a cidade de vínculo dos participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética” realizados em 2007 e de 2009 a 2016 (Gráfico 5) e sobre a idade dos estudantes que participaram das atividades realizadas nos anos de 2013 a 2016 (Tabela 2).

De modo geral, a maior porcentagem de participantes foi associada à cidade de Botucatu, sede dos cursos de férias. As cidades de São Manuel e Laranjal Paulista, localizadas à pequena distância de Botucatu, também representaram locais com grande número de alunos participantes das atividades (Gráfico 5). Estudantes de diversas outras cidades (como Anhembi, Areiópolis, Bauru, Bofete, Cesário Lange, Conchas, Itatinga, Lençóis Paulista e Pratânia), agrupadas no item “outros” do Gráfico 5, também tiveram estudantes nos cursos de férias.

Em relação à faixa etária dos estudantes, a média foi de 16 anos, com uma diferença de, no máximo, quatro anos da idade mínima para a máxima em cada edição dos cursos de férias (Tabela 2).



**Gráfico 5:** Tendência das frequências das cidades de origem dos alunos participantes.

**Tabela 2:** Dados sobre a faixa etária dos alunos participantes.

Ano de realização dos cursos de férias	Número amostral (estudantes do EM)	Média de Idade	Desvio Padrão	Idade Mínima	Idade Máxima
<b>2013</b>	40	16	0,767	13	17
<b>2014</b>	37	16	0,932	14	18
<b>2015</b>	24	16	0,868	14	18
<b>2016</b>	31	16	1,290	14	18
<b>Total</b>	132	16	3,857	-	-

### 4.1.3. Percepção dos estudantes do Ensino Médio

#### 4.1.3.1. Questionários de 2007 a 2016

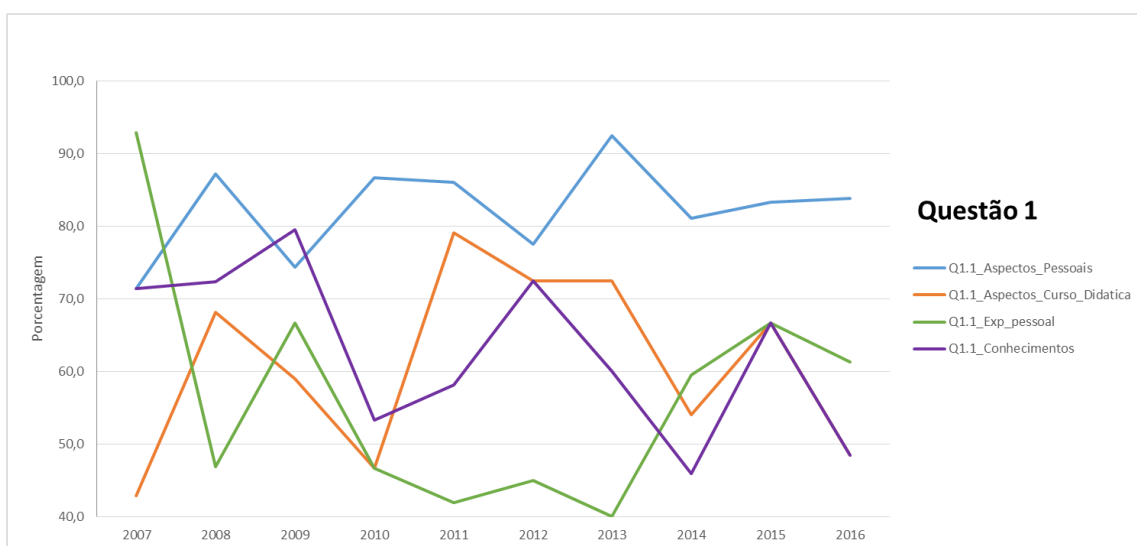
Na primeira etapa de análise, do tipo descritiva, foram avaliados 330 questionários (Anexo I) - referentes a 10 edições do curso de férias “Experimentando Genética” (2007 a 2016) - respondidos por estudantes do EM participantes das atividades realizadas. Os dados levantados, associados a cada uma das perguntas do questionário, foram analisados com base na porcentagem de citações de termos associados a categorias específicas (conjunto de termos que podem abranger ou se referir a um determinado conceito ou concepção) e utilizados para gerar gráficos e tabelas. Dado que um aluno poderia citar duas ou mais das categorias elencadas, os resultados foram analisados para cada classe separadamente.

A análise dos resultados associados ao primeiro questionamento (“*O que você achou do curso Experimentando Genética?*”) permitiu elencar quatro categorias específicas: (1) “Aspectos pessoais”, que abrangeu características associadas a sentimentos/emoções como “amei, adorei, incrível, interessante, gostei muito, legal, muito bom, maravilhoso, excelente”; (2) “Aspectos do curso ou didática”, que referiu-se à metodologia empregada e seus aspectos pedagógicos, como “animado, dinâmico, divertido, método diferente”; (3) “Experiência pessoal”, que compreendeu aspectos de relações pessoal e interpessoal, como por exemplo, “vou levar pra vida toda, ajudou na escolha universitária e fazer novas amizades/conhecer pessoas novas”; e (4)



“Conhecimentos adquiridos”, associado ao aprendizado efetivado durante o curso (Gráfico 6). Não foram elencados aspectos negativos referentes a esse primeiro questionamento.

Valores de frequência de citação de termos específicos a cada uma das categorias elencadas podem ser visualizados na Tabela 3. Estes dados indicam que “Aspectos pessoais” representa a categoria com maior porcentagem de menção (média de 83% de citações) pelos estudantes do EM participantes dos cursos de férias, com exceção dos anos de 2007 e 2009. Nestes dois anos, as classes “Experiência pessoal” e “Conhecimentos adquiridos” foram as mais citadas.



**Gráfico 6:** Tendência das categorias específicas elencadas, associadas a aspectos do curso de férias realizados nos anos de 2007 a 2016, com base na pergunta “O que você achou do curso Experimentando Genética?”.

**Tabela 3:** Resultados, em porcentagem, quanto à positividade de citações de termos associados a categorias específicas, com base na pergunta “O que você achou do curso *Experimentando Genética?*”, referente aos anos de 2007 a 2016. Em destaque (negrito), categorias de maior citação em cada ano.

	Número Amostral	Aspectos pessoais	Aspectos do curso/didática	Experiência pessoal	Conhecimentos adquiridos
2007	14	71,4	42,9	<b>92,9</b>	71,4
2008	47	<b>87,2</b>	68,1	46,8	72,3
2009	39	74,4	59,0	66,7	<b>79,5</b>
2010	15	<b>86,7</b>	46,7	46,7	53,3
2011	43	<b>86,0</b>	79,1	41,9	58,1
2012	40	<b>77,5</b>	72,5	45,0	72,5
2013	40	<b>92,5</b>	72,5	40,0	60,0
2014	37	<b>81,1</b>	54,1	59,5	45,9
2015	24	<b>83,3</b>	66,7	66,7	66,7
2016	31	<b>83,9</b>	48,4	61,3	48,4
Média	33	<b>83,0</b>	63,9	53,6	63,3

Dentro de cada categoria específica, foi realizada uma comparação das respostas dos alunos, baseada nos diferentes anos dos cursos de férias, por meio do teste de qui-quadrado. Nesta análise, resultados de associação significativa (valor p menor que 0,05) levaram à partição do teste (Tabela 4). Pode-se notar que a categoria “Aspectos pessoais” foi a única que não apresentou diferenças significativas nas comparações entre as diferentes edições dos cursos de férias, ou seja, esta foi citada igualmente em todos os anos.

Com o propósito de identificar as diferenças anuais por categoria, foi realizado um novo teste de qui-quadrado dentro das categorias específicas. Os resultados, detalhados na Tabela 5, reforçam os dados observados no Gráfico 6. A categoria “Aspectos do curso ou didática” apresenta citações constantes até o ano 2010 e, no curso de férias realizado em 2011, sua positividade nas respostas dos participantes apresentou um aumento significativo ( $p = 0,020$ ), ficando entre as características mais destacadas nesse ano, juntamente com “Aspectos pessoais”. Na categoria “Experiência pessoal”, foi identificada uma diferença explícita, comparando-se os resultados referentes aos dois primeiros cursos de férias realizados, nos anos de 2007 e 2008 ( $p = 0,002$ ). Nestes dois anos, pôde ser observada uma queda significativa da porcentagem de citações, fato mantido nos anos subsequentes (Tabela 3). A categoria

“Conhecimentos adquiridos” apresentou uma única diferença, quando comparados os resultados associados aos anos de 2007 a 2013 com os resultados de 2014 ( $p = 0,011$ ).

**Tabela 4:** Valores de  $p$ , pela análise do qui-quadrado, associados à comparação das respostas à pergunta “O que você achou do curso *Experimentando Genética?*” e relacionados a cada categoria específica. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

	Aspectos pessoais	Aspectos do curso/didática	Experiência pessoal	Conhecimentos adquiridos
p-valor	0,538	<b>0,047</b>	<b>0,009</b>	<b>0,047</b>

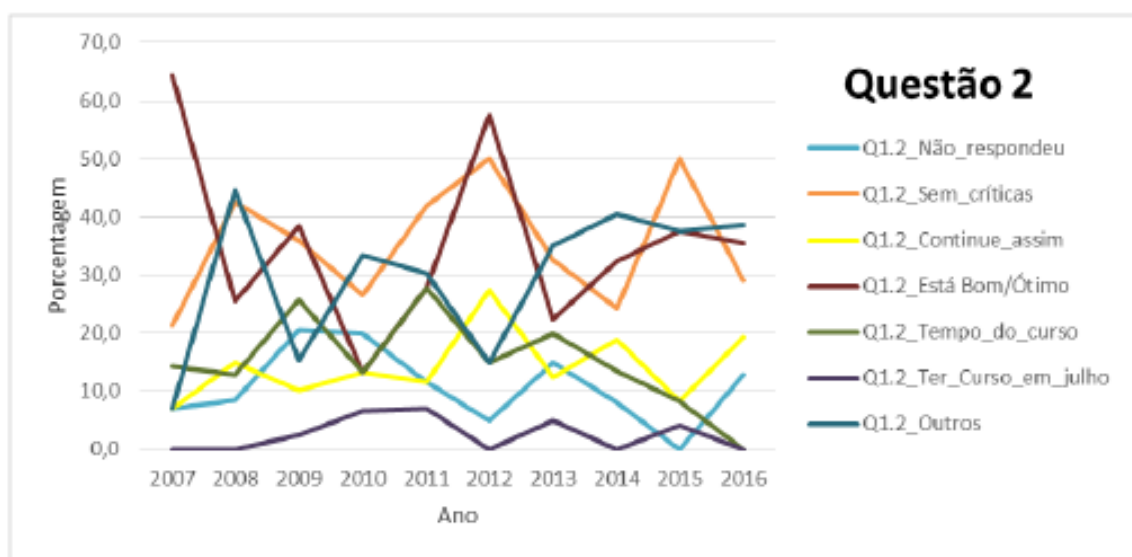
**Tabela 5:** Valores de  $p$ , pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas à pergunta “O que você achou do curso *Experimentando Genética?*” e relacionados a cada categoria específica. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

Comparação	Aspectos do curso/didática	Experiência pessoal	Conhecimentos adquiridos
<b>2007 vs 2008</b>	0,084	<b>0,002</b>	0,950
<b>2007:8 vs 2009</b>	0,736	0,364	0,457
<b>2007:9 vs 2010</b>	0,281	0,299	0,104
<b>2007:10 vs 2011</b>	<b>0,020</b>	0,053	0,103
<b>2007:11 vs 2012</b>	0,350	0,285	0,627
<b>2007:12 vs 2013</b>	0,446	0,147	0,271
<b>2007:13 vs 2014</b>	0,121	0,305	<b>0,011</b>
<b>2007:14 vs 2015</b>	0,906	0,157	0,850
<b>2007:15 vs 2016</b>	0,058	0,369	0,070

Quanto ao segundo objeto do questionário de avaliação dos cursos de férias (“*Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos*”) (Anexo I), foram elencadas sete categorias específicas: (1) “Não respondeu”, em que o participante deixou o campo em branco; (2) “Não há críticas/sugestões”; (3) “Continue assim”; (4) “Está bom/ótimo”; (5) “Tempo de curso”, relacionado à sugestão de ampliação da carga horária das atividades; (6) “Curso em Julho”, relacionado à sugestão de realização de

curso também durante as férias escolares de Julho; e (7) “Outros”, referente a sugestões e críticas pontuais e não categorizadas nas outras classes específicas, como por exemplo, realização do curso para concluintes do EM, incluir um maior número de dinâmicas, aulas em laboratórios, visitas didáticas e teatros, diminuir o tempo disponível para almoço e solicitar que alguns estudantes participantes falem em tom de voz mais alto (Gráfico 7).

Os resultados associados a estas categorias evidenciaram uma grande variação nas respostas ao longo dos anos dos cursos de férias analisados. Esta variação pode ser também evidenciada por meio dos dados apresentados na Tabela 6. A fim de detectar possíveis diferenças significativas entre as categorias elencadas, o teste de qui-quadrado foi aplicado a cada classe categorial anualmente. Os resultados encontram-se detalhados nas Tabelas 6 e 7.



**Gráfico 7:** Tendência das categorias específicas elencadas, associadas a aspectos dos cursos de férias realizados nos anos de 2007 a 2016, com base na solicitação “Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos”.

**Tabela 6:** Resultados, em porcentagem, quando às críticas e sugestões apresentadas, com base na solicitação “*Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos*”, referente aos anos de 2007 a 2016. Em destaque (negrito), categorias de maior citação em cada ano.

	Número amostral	Não respondeu	Não há críticas	Continue assim	Está bom/ótimo	Tempo de curso	Curso em Julho	Outros
2007	14	7,1	21,4	7,1	<b>64,3</b>	14,3	0,0	7,1
2008	47	8,5	42,6	14,9	25,5	12,8	0,0	<b>44,7</b>
2009	39	20,5	35,9	10,3	<b>38,5</b>	25,6	2,6	15,4
2010	15	20,0	26,7	13,3	13,3	13,3	6,7	<b>33,3</b>
2011	43	11,6	<b>41,9</b>	11,6	27,9	27,9	7,0	30,2
2012	40	5,0	50,0	27,5	<b>57,5</b>	15,0	0,0	15,0
2013	40	15,0	32,5	12,5	22,5	20,0	5,0	<b>35,0</b>
2014	37	8,1	24,3	18,9	32,4	13,5	0,0	<b>40,5</b>
2015	24	0,0	<b>50,0</b>	8,3	37,5	8,3	4,2	37,5
2016	31	12,9	29,0	19,4	35,5	0,0	0,0	<b>38,7</b>
Média	33	10,9	<b>37</b>	15,2	34,5	16,1	2,4	30,9

**Tabela 7:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à comparação das respostas à solicitação “*Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos*” e à cada categoria específica. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

	Não respondeu	Não há críticas	Continue assim	Está bom/ótimo	Tempo de curso	Curso em Julho	Outros
p-valor	0,278	0,236	0,480	<b>0,006</b>	0,083	0,309	<b>0,016</b>

Dados associados à categoria “Não há críticas” mostram que este foi o aspecto com maior porcentagem de apresentações, em média, ficando em destaque nos anos de 2011 e 2015 (Gráfico 7 e Tabela 6). Essa categoria não apresentou diferença significativa anual, mantendo sua frequência de citações em cada ano avaliado (Tabela 7).

Apesar de uma maior porcentagem de respostas “Está bom/ótimo” ter sido associada no ano de 2007, 2009 e 2012 (Tabela 6), esta categoria mostrou-se significativa ( $p = 0,006$ ). Realizando-se uma partição dos dados dessa categoria, uma diferença estatisticamente significativa foi observada na comparação dos dados

referentes ao ano de 2007 com os resultados do ano seguinte ( $p = 0,007$ ) - em 2008, houve uma queda na porcentagem de citações desta classe - característica que manteve-se até 2011. Em 2012, a frequência de citações dessa categoria voltou a aumentar ( $p = 0,002$ , comparando-se o período de 2007-2011 com o ano de 2012).

Quanto à categoria “Outros”, que inclui demais termos associados a sugestões ou críticas e aspectos negativos, foram identificadas citações como “melhoria na alimentação, transporte público, colegas de grupos, seleção de alunos advindos de escolas particulares”. Estes termos, que não se referem propriamente ao desenvolvimento do curso de férias, apresentaram maior frequência nos anos de 2008, 2010, 2013, 2014 e 2016 (Gráfico 7, Tabelas 6 e 7). Diferenças significativas nesta categoria foram identificadas comparando-se os anos de 2007 com 2008 ( $p = 0,008$ ) - quando observou-se um aumento de citações dentro dessa categoria - e comparando-se o período 2007-2008 com o ano de 2009 ( $p = 0,029$ ). Ou seja, tais alterações foram associadas às três primeiras edições do curso de férias, quando estavam sendo ainda realizados ajustes e alterações nas atividades visando a melhoria do curso e o bem-estar do estudantes do EM.

A categoria “Outros” também evidenciou críticas negativas à participação, nos cursos de férias, de estudantes do EM vinculados a escolas particulares. Estas citações foram pontuais, associadas somente a 2008, momento que foram abertas algumas vagas para bolsistas de escolas particulares, dado que estas atuavam como colaboradoras do Programa de Extensão Universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, por intermédio de bolsas integrais a alunos do EM oriundos de escolas públicas e que foram selecionados como bolsistas de Iniciação Científica Júnior junto a laboratórios da UNESP. Ainda dentro dessa categoria, a citação “cansaço pelas viagens” esteve bastante presente em 2011, ano em que diversos alunos de municípios mais distantes de Botucatu - como Conchas, Laranjal Paulista, Avaré, Bauru, Cabralia Paulista, Juquitiba e Fartura - participaram dos cursos de férias (Gráfico 5).

Uma comparação entre as categorias “Sem críticas” e “Outros” e entre as classes “Está bom/ótimo” e “Outros” mostrou frequências de citações com valores similares, o que reflete que os termos inseridos na classe “Outros” não se referem propriamente às atividades de ensino-aprendizagem desenvolvidas nos cursos de férias realizados. Em

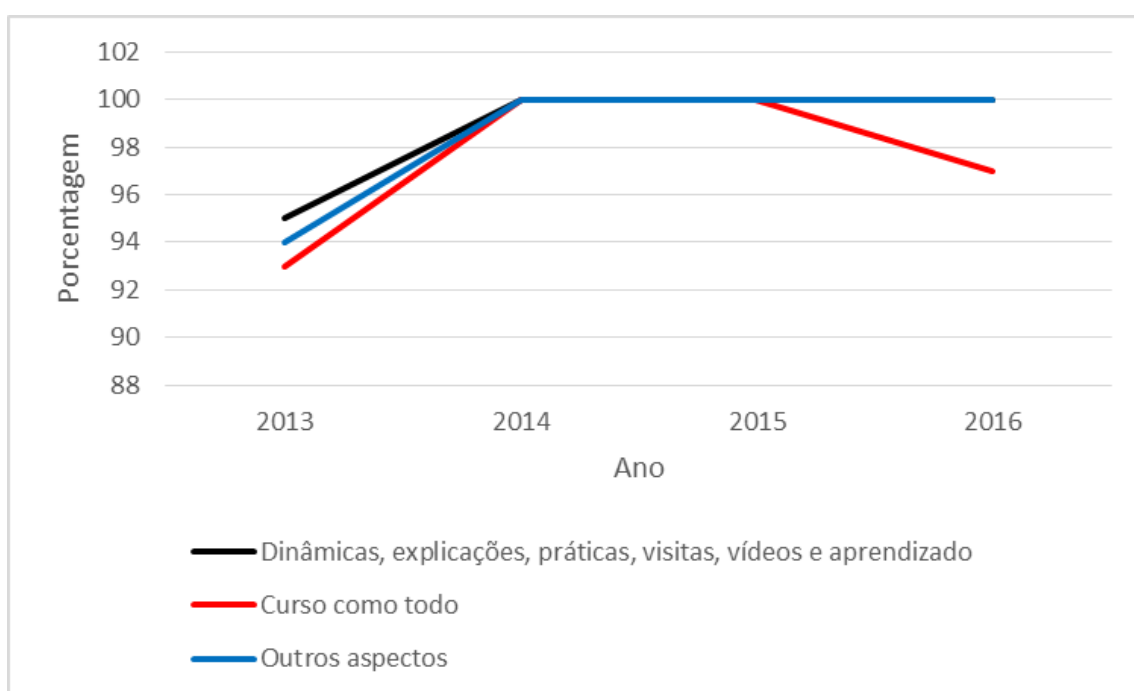
2008, além das críticas negativas quanto a presença de alunos advindos de escolas particulares, não houve auxílio para alimentação e transporte aos participantes e este fato foi evidenciado na categoria “Outros” dos questionários avaliados, tendo uma porcentagem de citação de 44,7%. Este valor foi muito próximo à frequência de citação da categoria “Sem críticas” (42,6%). Entre essas categorias, não foi evidenciada diferença significativa ( $p = 0,8$ ). Resultados similares foram também observados na comparação estatística destas duas categorias no ano de 2013. Neste ano, houve uma frequência de citações de 35% para a categoria “Outros” - que indicou um maior número de sugestões quanto à implementação de outros cursos de férias com temáticas diversas e um curso direcionado a alunos que concluíram o EM - e uma frequência de citações de 32,5% para categoria “Sem críticas”, indicando ausência de diferenças significativas entre estas ( $p = 0,8$ ). No ano de 2016, os dados de comparação de citações por categoria demonstraram resultados similares entre “Outros” (38,7%) - que incluiu sugestões como uso frequente de jalecos, mais visitas e práticas em laboratórios e permanência de peças de teatro - e “Está bom/ótimo” (35,5%) ( $p = 0,75$ ).

#### **4.1.3.2. Questionários de 2013 a 2016**

Em uma segunda etapa de análise, foram avaliados 132 questionários (Anexo II) - referentes aos cursos de férias “Experimentando Genética” realizados nos anos de 2013 a 2016 - respondidos por estudantes do EM. O número de questionários analisados foi associado ao número de alunos que concluíram o curso a cada ano, ou seja, 40, 37, 24 e 31 formulários, relativos a 2013, 2014, 2015 e 2016, respectivamente. Os dados levantados, associados a cada um dos itens do formulário, foram analisados qualitativa e quantitativamente com base na porcentagem de citações de termos, em notas atribuídas a diferentes atividades e em notas de autoavaliações.

Os dados relativos ao primeiro item do questionário (atribuição de uma nota a diferentes aspectos dos cursos de férias) evidenciaram que os conceitos “excelente” (nota máxima estipulada como parâmetro) e “ótimo” (segunda nota maior, entre cinco apreciações) foram atribuídos à maioria dos aspectos dos cursos de férias (dinâmicas, explicações teóricas, atividades práticas, visitas, vídeos e aprendizado adquirido), ao longo de todos os anos. Os resultados associados a 2013, ano em que este segundo tipo de questionário foi implementado, mostram que 95% dos aspectos atingiram as notas

máximas de apreciação dos participantes (4 - ótimo ou 5 - excelente). Nos anos seguintes, 100% de tais parâmetros alcançaram os conceitos 4 e 5. Similar padrão foi observado para a categoria “Outros aspectos”, ou seja, itens não avaliados nas opções anteriores, que apresentou 94% de frequência no primeiro ano de aplicação desse instrumento avaliativo e 100% de positividade (4 - ótimo ou 5 - excelente) nos anos subsequentes (2014 a 2016) (Gráfico 8). A aplicação do teste de qui-quadrado nos dados levantados evidenciou que não houve diferença significativa entre as edições dos cursos de férias quanto a estes parâmetros do questionário (Tabela 8).



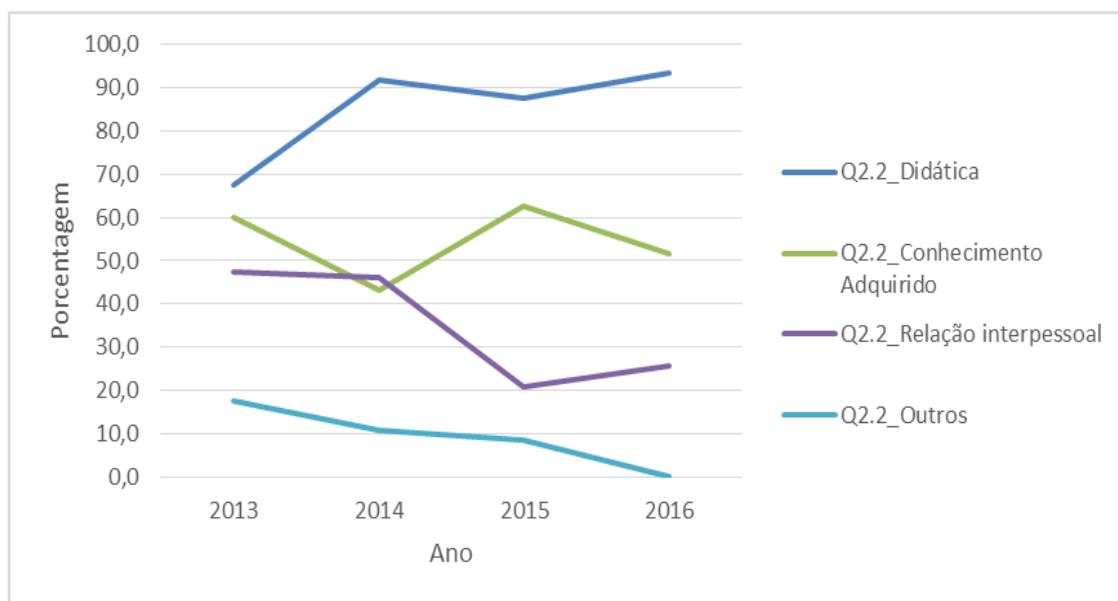
**Gráfico 8:** Distribuição anual, em porcentagem, das atividades realizadas nos anos de 2013 a 2016 que obtiveram conceitos máximos “excelente” e “ótimo”.



**Tabela 8:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à atribuição de notas/conceitos a diferentes aspectos dos cursos de férias realizados de 2013 a 2016.

	p-valor
Dinâmicas	0,198
Explicações teóricas	0,198
Práticas	0,198
Visitas	0,198
Vídeos	0,198
Aprendizado Adquirido	0,1976
Curso como todo	0,201
Outros Aspectos	0,285

Quanto ao segundo item do questionário (“*Cite 3 características / aspectos muito marcantes do curso*”), foi possível observar que o termo (1) “didática”, atribuído à metodologia utilizada no curso (uso de dinâmicas/brincadeiras, visitas didáticas, teatros, discussão e grupo de temas específicos, experimentos e jogos), apresentou maior frequência de citações, em todos os anos analisados, seguido dos termos (2) “conhecimento adquirido” (aprendizagem adquirida no curso) e (3) “relação interpessoal”, relacionado às atividades em grupo e empatia com os demais estudantes do EM e com os monitores. A categoria (4) “outros” referiu-se a termos pontualmente citados e que não se encaixavam nas demais categorias específicas, como “alegria dos envolvidos” e “disponibilidades dos monitores” (Gráfico 9).



**Gráfico 9:** Distribuição anual, em porcentagem, das características e aspectos marcantes dos cursos realizados de 2013 a 2016.

As análises estatísticas evidenciaram que o termo “didática”, mesmo tendo sido citado em maior frequência nos questionários referentes a todas edições dos cursos de férias, apresenta diferenças entre os anos 2013 e 2014 ( $p = 0,004$ ). Em 2013, houve uma menor porcentagem de citações deste termo em comparação aos demais anos (Tabela 9).

**Tabela 9:** Valores de  $p$ , pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas ao item “Cite 3 características / aspectos muito marcantes do curso”, referente ao termo “didática”. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

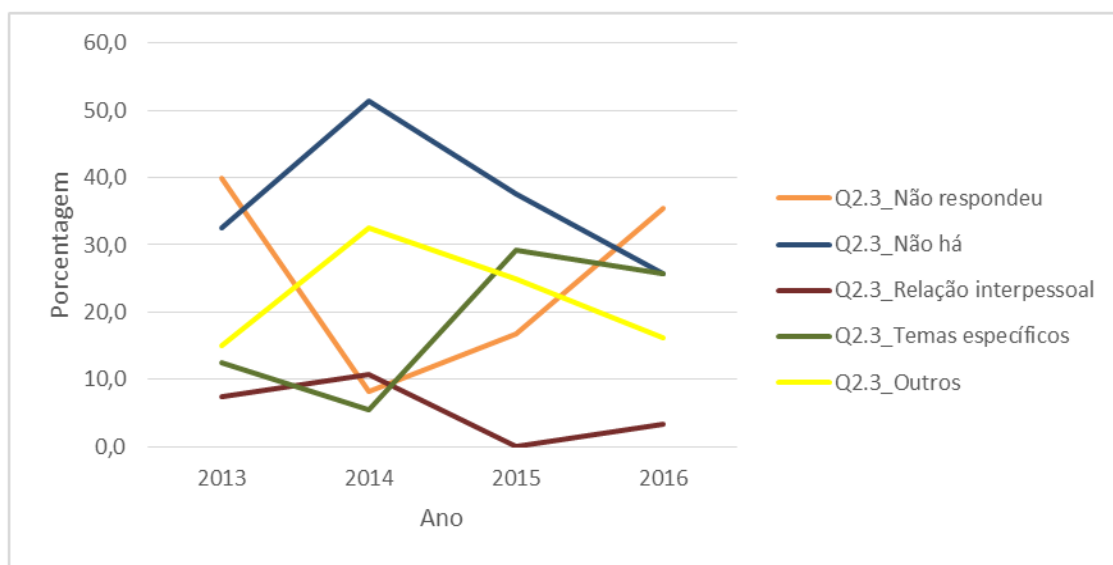
Comparação	Didática
<b>2013 vs 2014</b>	<b>0,004</b>
<b>2013:14 vs 2015</b>	0,333
<b>2013:15 vs 2016</b>	0,100

Comparações realizadas para os termos “conhecimento adquirido”, “relação interpessoal” e “outros” não mostraram diferenças significativas entre os subsequentes anos dos cursos de férias (Tabela 10).

**Tabela 10:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas ao item “Cite 3 características / aspectos muito marcantes do curso”, referente aos termos “conhecimento adquirido”, “relação interpessoal” e “outros”.

	Conhecimento adquirido	Relação interpessoal	Outros
p-valor	0,381	0,057	0,106

O terceiro item constante do questionário de avaliação (“Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso”) apresentou uma variação na frequência de citação de termos específicos. A maior parte dos resultados foi categorizada como (1) “não respondeu”, em que o campo analisado estava em branco (2013 e 2016) e (2) “não há”, que referiu-se à ausência de dificuldades (2014 e 2015) (Gráfico 10). As demais categorias mostraram-se variáveis durante os anos de análise: (3) “relação interpessoal”, associada a problemas de relacionamento com colegas de grupo, foi a menos citada, com exceção do ano de 2014; (4) “temas específicos” referiu-se a dificuldades apresentadas no entendimento de algum assunto (cromossomo, alelo, mitose e meiose e câncer); e (5) “outros” referiu-se a termos não relacionado nos tópicos anteriores, como timidez, transporte, dinâmicas realizadas de forma muito corrida, confecção de cartazes e finalização do curso (Gráfico 10).



**Gráfico 10:** Distribuição anual, em porcentagem, das dificuldades enfrentadas durante os cursos realizados de 2013 a 2016.

Embora tenha sido identificada uma diferença significativa na comparação dos dados do ano de 2013 com os de 2014 ( $p = 0,001$ ) para a categoria “não respondeu”, os dados não são conclusivos pois não é possível deduzir se respostas em branco, referentes a essa categoria, relacionavam-se concretamente à ausência de dificuldades encontradas (Tabela 11).

**Tabela 11:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas ao item “Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso”, referente a respostas deixadas em branco. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

Comparação	Não respondeu
<b>2013 vs 2014</b>	<b>0,001</b>
<b>2013:14 vs 2015</b>	0,433
<b>2013:15 vs 2016</b>	0,157

Ao comparar, anualmente, as outras categorias elencadas com base no terceiro item do questionário - “não há”, “relação interpessoal” e “outros” - não foram evidenciadas diferenças significativas em relação à sua citação (Tabela 12). Por outro lado, o termo “temas específicos” apresentou uma associação significativa comparando-se os diferentes anos dos cursos de férias ( $p = 0,0038$ ) (Tabela 12) e, portanto, este foi novamente analisado por meio de comparações entre anos. Os resultados indicaram um valor significativo associado à comparação entre os anos de 2013-2014 com 2015 ( $p = 0,021$ ), ou seja, a dificuldade na aprendizagem de temas específicos mostrou um aumento significativo a partir de 2015 (Tabela 13).

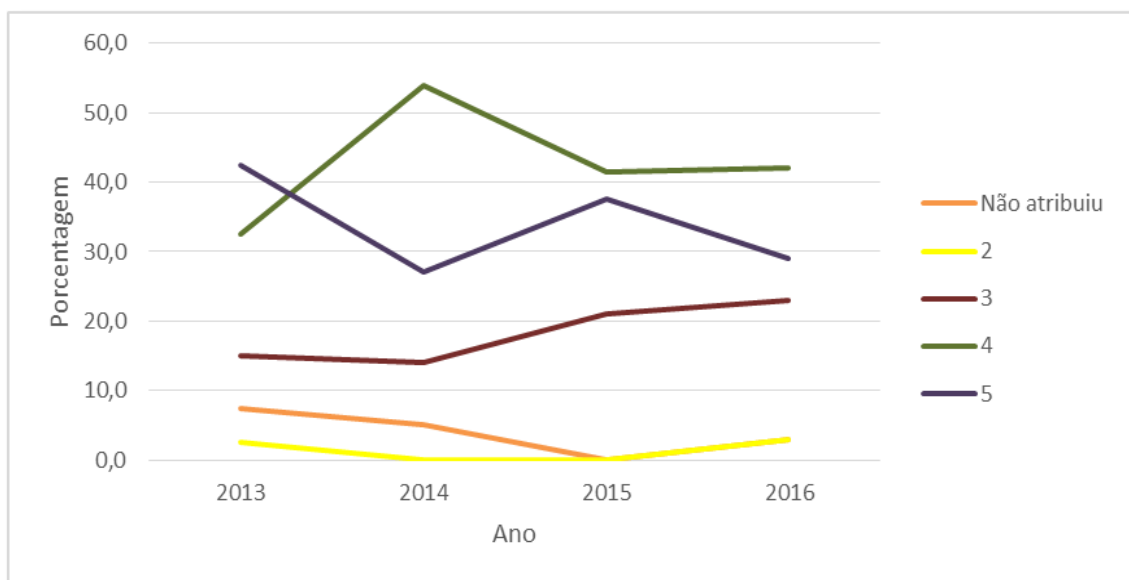
**Tabela 12:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas ao item “Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso”, referente aos termos “não há”, “relação interpessoal”, “temas específicos” e “outros”. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

	Não há	Relação interpessoal	Temas específicos	Outros
p-valor	0,153	0,308	<b>0,038</b>	0,237

**Tabela 13:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados à comparação entre anos das respostas ao item “Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso”, referente aos termos “não há”, “relação interpessoal”, “temas específicos” e “outros”. Em vermelho, encontram-se os valores menores que 0,05 e que estabelecem uma associação significativa.

Comparação	Temas específicos
2013 vs 2014	0,404
2013:14 vs 2015	<b>0,021</b>
2013:15 vs 2016	0,119

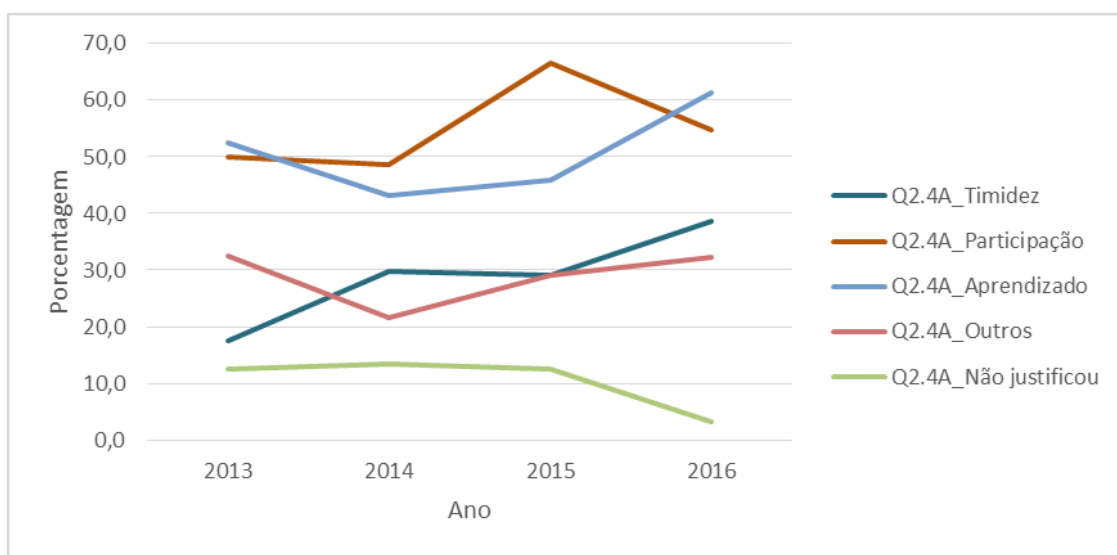
Os dados levantados acerca do último item do questionário, referente às notas de autoavaliação sobre a participação dos alunos nos cursos de férias, evidenciaram o conceito 4 como o de maior frequência, com exceção de 2013, em que a maioria dos alunos se autoavaliou com a nota máxima 5. Entretanto, esta diferença de resultados não foi estatisticamente significativa ( $p = 0,728$ ). A não atribuição de notas a este parâmetro e conceitos mais baixos (notas 2 e 3) apresentaram uma baixa frequência (Gráfico 11).



**Gráfico 11:** Distribuição anual, em porcentagem, das notas atribuídas à autoavaliação sobre a participação do aluno nos cursos realizados de 2013 a 2016.

Adicionalmente à nota de autoavaliação, o último item do questionário também incluiu a ponderação dos alunos acerca de sua participação nos cursos de férias,

considerando o envolvimento nas dinâmicas, explicações, levantamento de hipóteses, curiosidade e criatividade. Os termos mais citados nesta avaliação foram relacionados a (1) “timidez” - dificuldade de se expressar oralmente ao participar das atividades e em momentos de questionamento; (2) “participação” - compartilhamento de ideias e elaboração de questionamentos; (3) “aprendizado” - aquisição de conhecimentos; (4) “outros” - termos não relacionados às alternativas anteriores, como “diversão”, “ajudou na escolha universitária”, “dificuldade em alguns assuntos” e “superação”; e (5) “não justificou”, termo que referiu-se a participantes que não atribuíram uma justificativa a sua nota (Gráfico 12). O termo “timidez” pôde ser correlacionado com autoavaliações com conceito 4. As análises estatísticas dos dados levantados demonstraram que não houve diferenças significativas na distribuição de citações das categorias específicas comparando-se todos os anos analisados (Tabela 14).



**Gráfico 12:** Distribuição anual, em porcentagem, de itens ressaltados nas ponderações da autoavaliação sobre a participação do aluno nos cursos realizados de 2013 a 2016.

**Tabela 14:** Valores de p, pela análise do qui-quadrado, associados a itens ressaltados nas ponderações da autoavaliação nos cursos realizados de 2013 a 2014.

	Timidez	Participação	Aprendizado	Outros	Não justificou
p-valor	0,259	0,524	0,477	0,710	0,503

#### 4.1.3.3. Formulários de inscrição

A análise dos formulários de inscrição para as diferentes edições dos cursos de férias “Experimentando Genética” mostrou que grande parte dos alunos do EM participantes não havia realizado nenhum outro curso de férias anteriormente (Tabela 15). Entretanto, em 2015 houve um aumento significativo ( $p = 0,0049$ ) da presença de alunos que já haviam participado de outros cursos de férias anteriormente.

**Tabela 15:** Participação (em porcentagem) de alunos do EM que já haviam participado de outros cursos de férias anteriores.

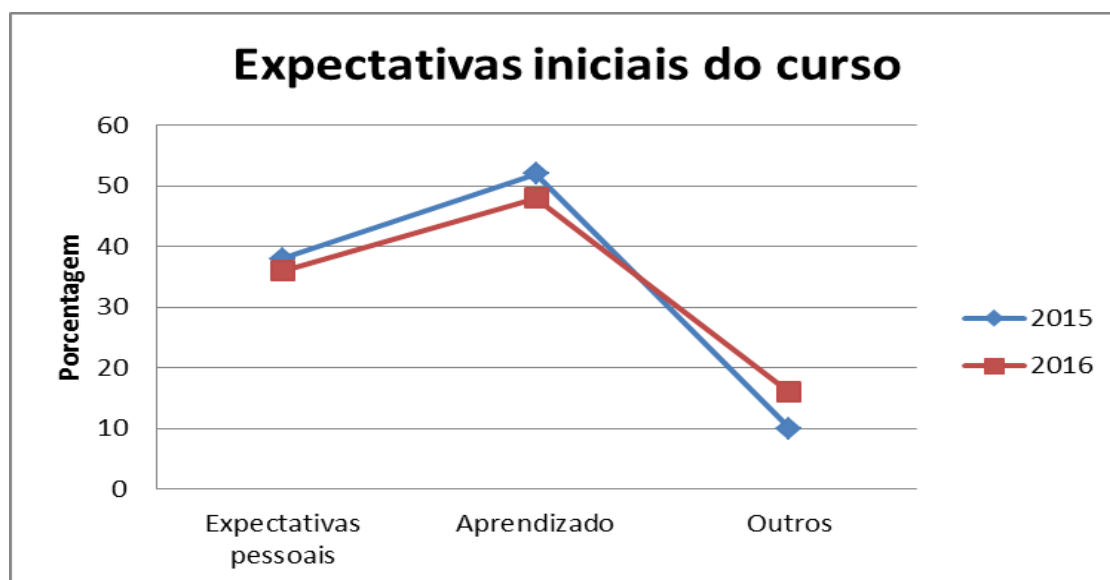
Ano	Número amostral	Não participou de cursos de férias anteriores (%)	Participou de outros cursos de férias (%)
2013	43	84	16
2014	37	89	11
2015	24	55	45
2016	31	84	16
Média	34	78	22

#### 4.1.3.4. Entrevistas de 2015 e 2016

Trinta e cinco alunos do EM, vinculados a seis cidades e onze escolas, foram entrevistados antes do início e ao final dos cursos “Experimentando Genética” realizados em 2015 e 2016.

Os dados coletados nas entrevistas iniciais, referentes à pergunta “*Quais suas expectativas quanto ao curso?*”, mostraram expectativas classificadas quanto às seguintes categorias: (1) “aprendizado”, associado a temas que esperavam aprender; (2) “pessoais”, referente a auxílio na escolha de um curso universitário, ingresso na universidade e diversão; e (3) “outros”, que incluiu termos como “vontade de conhecer pessoas novas/fazer amigos” e “interesse pela área de Genética”. As porcentagens de

cada categoria foram muito similares em 2015 e 2016 e, para ambos os anos, o termo “aprendizado” representou a categoria mais citada nas entrevistas realizadas (Gráfico 13 e Tabela 16).



**Gráfico 13:** Frequência de termos associados às expectativas iniciais dos participantes dos cursos de férias realizados em 2015 e 2016.

**Tabela 16:** Descrição das porcentagens de cada categoria específica, associadas às expectativas dos participantes dos cursos de férias realizados em 2015 e 2016.

	Número Amostral	Expectativas Pessoais	Aprendizado	Outros
2015	15	38	52	10
2016	20	36	48	16
Média	-	37	50	13

Ao final dos cursos, os estudantes do EM foram questionados se suas expectativas iniciais foram superadas. A Tabela 17 evidencia, além da porcentagem de respostas “sim”, quanto à positividade a este questionamento, um item denominado de “complementação” que se refere à quantidade de entrevistados que, ao responder afirmativamente, aprofundaram sua resposta por meio de explicações espontâneas sobre



como suas expectativas haviam sido superadas. Não foi verificada dependência entre as categorias específicas respondidas na entrevista inicial e na entrevista final quanto à expectativa do curso (Tabela 18).

**Tabela 17:** Frequência de respostas afirmativas para a questão “*Suas expectativas iniciais quanto ao curso foram superadas?*” e para o fornecimento de informações adicionais (complementação) às respostas afirmativas.

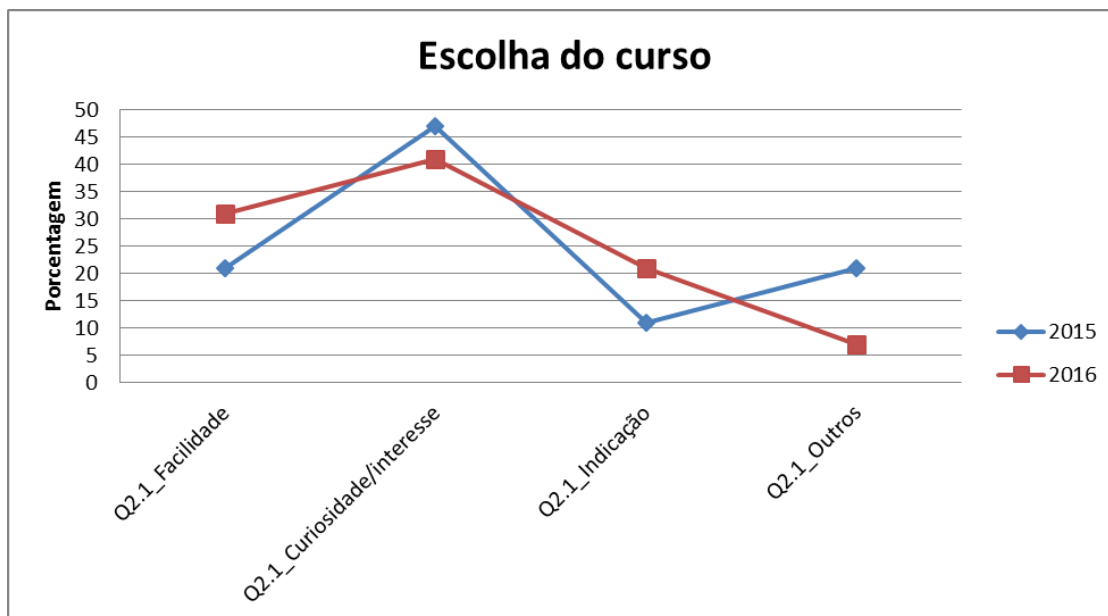
	Sim	Complementação
2015	100	80
2016	89,5	89,5
Média	94,75	84,75

**Tabela 18:** Resultado de contingência, por meio do teste exato de Fisher, entre as respostas iniciais e finais sobre as expectativas dos participantes dos cursos de férias realizados em 2015 e 2016.

	Sim	Complementação
Expectativas pessoais	0,685	0,327
Aprendizado	0,418	1,000
Outros	0,253	1,000

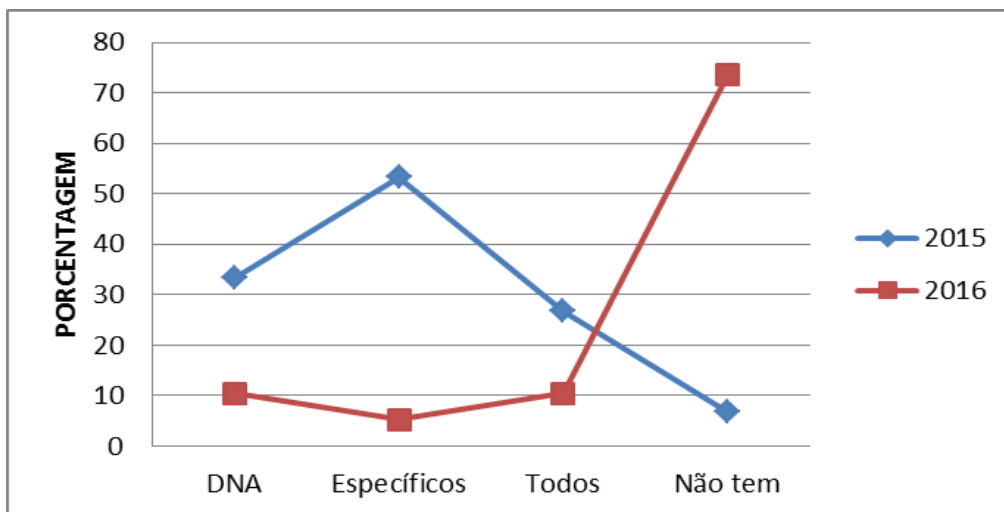
Dado que, nos anos em que as entrevistas foram realizadas, os estudantes do EM podiam optar por se inscrever em um dos cinco cursos disponíveis nesta época (“Experimentando Genética”, “Investigando a Vida das Plantas”, “Reprodução de A a Z”, “Do amarelão às picadas de cobra: um passeio pelas doenças tropicais” e “Virando a Célula do Avesso”) a questão “*Por que você escolheu o curso `Experimentando Genética`?*” também fez parte das entrevistas iniciais. Os dados obtidos geraram quatro categorias específicas: (1) “facilidade”, relacionada ao domínio de conhecimentos de Genética adquirido na educação básica; (2) “curiosidade e interesse”, que refere-se ao desejo de aprender temas abordados no curso; (3) “indicação”, associado ao fato de que ex-alunos dos cursos de férias recomendaram que seus colegas também fizessem sua inscrição; e (4) “outros”, relacionado a itens não pertencentes às demais categorias, como “falta de interesse nos outros cursos”, “tema mais destacado na mídia”, “melhorar

desempenho escolar” (Gráfico 14). A análise dos dados evidenciou que, tanto em 2015 como em 2016, os termos da categoria “curiosidade e interesse” foram os mais citados, seguidos da categoria “facilidade” (Gráfico 14).



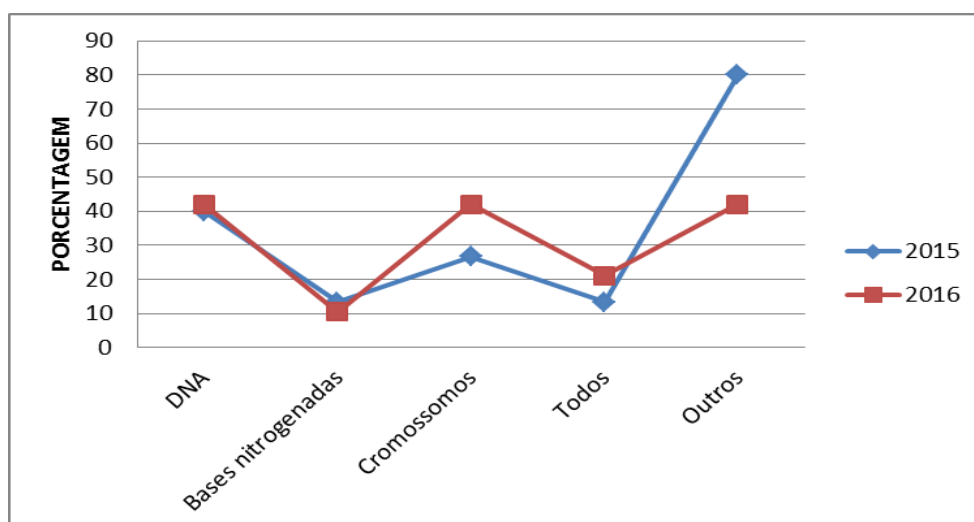
**Gráfico 14:** Frequência de termos associados à pergunta “Por que você escolheu o curso ‘Experimentando Genética’?”.

Os resultados associados à pergunta “Quais temas você espera aprender?”, realizada na entrevista inicial, salientaram que muitos estudantes do EM tinham, como expectativa, trabalhar com temáticas associadas a “DNA”. Outros assuntos também elencados pelos alunos, por serem pontuais, foram agrupados em uma categoria denominada de “específicos”, que incluiu termos como “RNA”, “bases nitrogenadas”, “transcrição”, “células-tronco”, “diferenciação celular” e “Leis de Mendel”. Adicionalmente, foram identificadas duas outras duas categorias: “todos”, referente à disposição do aluno em aprender todos assuntos a respeito de Genética e “não tem”, associado à não citação de qualquer assunto (Gráfico 15).



**Gráfico 15:** Frequência de termos de maior interesse associados à pergunta “*Quais temas você espera aprender?*”.

A entrevista final também contou com a pergunta “*Quais temas você mais gostou?*”, evidenciando a palavra “DNA” como o tema de maior destaque, seguido dos temas “cromossomos” e “bases nitrogenadas” (Gráfico 16). O item “outros” incluiu diversos tópicos citados com baixa frequência, como por exemplo, “tipo sanguíneo”, “câncer”, “mutação”, “clonagem”, “transgênicos”. A categoria “todos” refere-se a respostas em que os estudantes consideraram todos os temas abordados no curso como igualmente interessantes. Não foram verificadas associações entre os temas de maior interesse elencados pelos estudantes do EM nas entrevistas iniciais e os temas mais destacados nas entrevistas finais (Tabela 19).

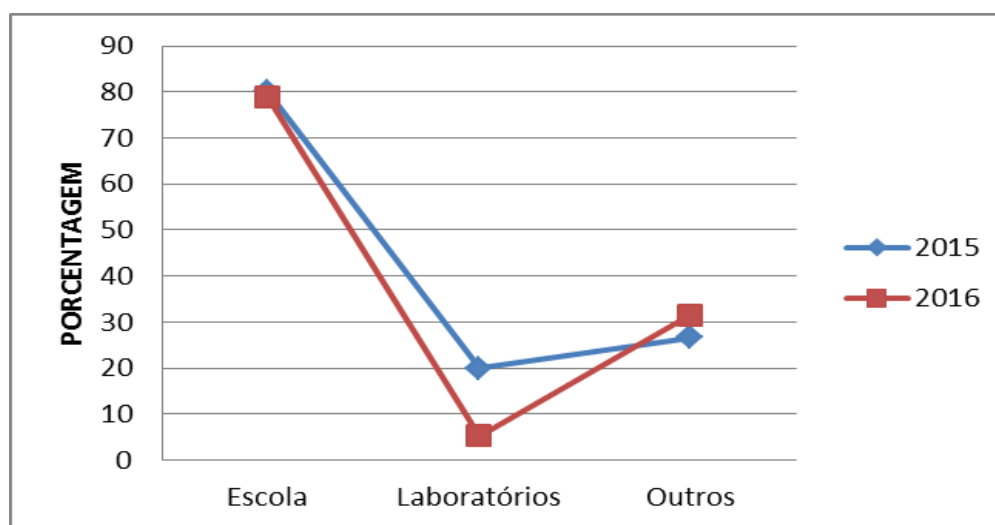


**Gráfico 16:** Frequência de termos associados à pergunta “*Quais temas você mais gostou?*”.

**Tabela 19:** Resultado de contingência, por meio do teste exato de Fisher, entre as respostas sobre temas de maior interesse associadas às entrevistas inicial e final.

	DNA	Bases nitrogenadas	Cromossomos	Todos	Outros
DNA	0,392	1,000	1,000	1,000	1,000
Específicos	0,102	0,069	1,000	1,000	0,419
Todos	0,622	1,000	0,129	1,000	0,626
Não tem	0,260	0,130	0,712	0,364	0,266

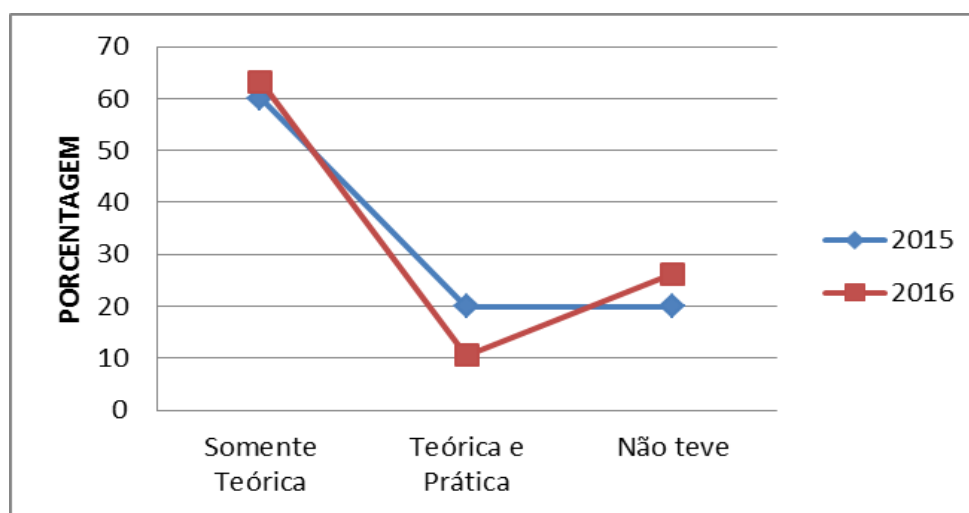
As respostas à pergunta “*Em quais locais você já ouviu falar sobre Genética?*”, inserida na entrevista inicial, permitiram verificar que a escola representa o ambiente principal em que os alunos entram em contato com esse assunto. Esta pergunta ainda levou à identificação de alguns locais adicionais, como “laboratórios” e itens citados uma única vez, categorizados como “outros”, que referiram-se ao “Hemocentro de Botucatu”, “UNESP” e “TV” (Gráfico 17).



**Gráfico 17:** Frequência de termos associados à pergunta “*Em quais locais você já ouviu falar sobre Genética?*”.

Dado que tópicos de Genética fazem parte do conteúdo curricular do EM, a entrevista inicial incluiu ainda a pergunta “*Qual a estrutura das aulas de Genética em âmbito escolar?*”. Os dados coletados evidenciaram que aproximadamente 60% dos entrevistados consideram que os conteúdos são, geralmente, abordados de forma

teórica, com pouco ou nenhum espaço para aulas práticas. Dentro da categoria “somente teórica” associada às aulas, 46,6%, 33,4% e 20% dos entrevistados relataram, respectivamente, a utilização de livros didáticos, o caderno do aluno (disponibilizado pela Secretaria Estadual de Educação) e lousa/quadro negro. O item classificado como “não teve” refere-se a alunos que ainda não tiveram conteúdos de Genética na escola (Gráfico 18).



**Gráfico 18:** Frequência de termos associados à pergunta “Qual a estrutura das aulas de Genética em âmbito escolar?”.

O último questionamento abordado na entrevista inicial “*Você pretende fazer uma faculdade? Qual?*” refere-se à escolha de um curso universitário, por parte dos alunos de EM participantes do curso férias. Os resultados demonstram que 100% dos entrevistados almejam um curso universitário, sendo que 67,6% citaram qual desejavam. Na entrevista final, a fim de verificar uma dependência dos resultados, foi colocada aos alunos o questionamento “*Sobre a pergunta inicial, se pretendia fazer uma faculdade, o curso de Genética o levou a mudar ou confirmar sua escolha?*”. As respostas apresentadas permitiram a categorização de três itens: (1) “confirmou” (47% dos entrevistados), ou seja, em que houve correlação entre os temas de Genética trabalhados nos cursos de férias e o curso de graduação inicialmente escolhido; (2) “mudou” (20,6% dos estudantes), em que o fascínio pelos temas abordados levaram à mudança de escolha; e (3) “gerou dúvida” (32,4% dos entrevistados), associada a novas possibilidades de carreira profissional apresentadas durante o curso. A fim de revelar uma dependência entre os itens citados dentro desse questionamento, foi realizado um Teste exato de Fisher entre as respostas iniciais e finais dos participantes entrevistados,

revelando uma associação entre aqueles que citaram inicialmente a opção por um determinado curso universitário e que confirmaram esta escolha após o término do curso de férias. O mesmo padrão foi observado para a categoria “gerou dúvida” (Tabela 20).

**Tabela 20:** Teste exato de Fisher, demonstrando o resultado de contingência entre as respostas inicial e final sobre a escolha do curso universitário e suas possibilidades ao término do curso de férias. Em destaque, houve a associação entre as respostas.

		<b>Citou (Entrevista Inicial)</b>
<b>Entrevista Final</b>	Confirmou	<b>0,021</b>
	Mudou	0,641
	Gerou Dúvida	<b>0,042</b>

## 4.2. DISCUSSÃO

Os questionários e entrevistas utilizados para avaliação das atividades dos cursos de férias “Experimentando Genética”, elaborados de forma simples e direcionada para a faixa etária do público dos cursos de férias (14-18 anos) (GIACÓIA *et al.*, 2014), permitiram a coleta de dados que mostram que a prática educativa empregada (processo de ensino) e a didática (técnicas de ensinar e transmitir conhecimentos) (Tabela 3, Gráficos 8 e 9), diferentes do cotidiano escolar, representam diferenciais positivos no ensino-aprendizagem de conteúdos de Genética.

O processo de ensino, mediado por docentes e monitores - alunos de pós-graduação e graduação - incentivou e promoveu o aprendizado por meio de metodologias lúdicas, inovadoras e interativas, como uso de modelos, dinâmicas, peças de teatro, vídeos e jogos (Gráfico 8 e Tabela 8). Esses resultados vêm de encontro a outros estudos que demonstram que tais atividades são mais eficazes para uma compreensão concreta e crítica do conhecimento científico, pois utilizam imagens, analogias e metáforas (ZANCAM, 2000; LOPES, 2005; GOMES-CATUNDA *et al.*, 2009) e facilitam o aprendizado de tópicos diversos de Biologia, incluindo conteúdos de Genética complexos, abstratos e de difícil compreensão (MARTINEZ *et al.*, 2008; MARTINEZ & PAIVA, 2008).

A investigação científica também configurou-se como um diferencial para os estudantes do EM participantes dos cursos de férias. Segundo VILLANI &

NASCIMENTO (2003), a aquisição do conhecimento de forma organizada pode ser alcançada por meio de atividades experimentais que representam, nas aulas de Biologia, a vertente que mais desenvolve nos estudantes a possibilidade de aprender a identificar evidências presentes nos dados observados e, assim, as utilizar para construção de argumentos e opiniões. As práticas experimentais foram aplicadas nos cursos de férias de forma não somente a promover a introdução ao método científico e desenvolver o raciocínio, como também estimular o interesse dos alunos, ensinar habilidades de laboratório e aumentar a aprendizagem de conceitos científicos, como descrito nas atividades dos cursos de 2015 e 2016 e referenciado pelos participantes dentro da categoria “conhecimento adquirido” (Gráficos 6, 8, 9 e 11, Tabelas 3, 8, 10 e 14). Estas atividades não referiram-se à simples experimentação e observação, mas envolveram a verbalização, o debate, a reflexão acerca dos procedimentos executados e dos resultados obtidos e a elaboração de suposições e hipóteses. Tais características mostram-se distantes do cenário da escola, onde o raciocínio lógico para interligar informações teóricas aos fenômenos observados experimentalmente e a capacidade de elaborar explicações coerentes para os dados obtidos à luz do conhecimento científico representam habilidades raramente desenvolvidas (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Adicionalmente, o processo de ensino-aprendizado aplicado nos cursos de férias fez com que os estudantes elaborassem as atividades a partir de seus próprios questionamentos e de conhecimentos “não especializados”, que permitiu que estes formassem o que é designado de “conhecimento prévio”. Por meio de atividades em grupo e colaborativas, o conhecimento prévio individual de vários estudantes pôde ser reunido, levando à busca de um conhecimento mais elaborado (PEÑA, 1996). Tais atividades desenvolvidas em grupo foram ressaltadas positivamente pelos alunos no segundo e terceiro itens do questionário II (de 2013 a 2016).

O exercício da curiosidade, ainda tão intenso no período da adolescência, tem sido pouco estimulado e, muitas vezes, sufocado pela “educação tradicional” (LOPES, 2005). A busca do conhecimento, da forma como os cursos de férias a promoveu, por intermédio de questionamentos, formulação de hipóteses e discussões em conjunto, permitiu que os alunos trabalhassem com informações prévias e imaginação, assim como um artista exerce seu caráter criativo (ZANCAM, 2000). Essas características - curiosidade e conhecimento - foram relatadas pelos alunos entrevistados como alguns

dos principais fatores que os levaram a participar do curso de férias (Gráficos 13 e 14, Tabela 16).

Pesquisas realizadas com o objetivo de analisar os conhecimentos e a compreensão de estudantes do EM têm sobre Genética, assim como a percepção destes sobre questões suscitadas pela aplicação das novas tecnologias da área da Biologia Molecular, revelam que nem mesmo conceitos básicos, como a relação gene/cromossomo, leis de Mendel e a finalidade dos processos de mitose e meiose, são compreendidos ao final dos anos de escolaridade obrigatória (MARTINEZ & PAIVA, 2008; SCHEID & FERRARI, 2008; GIACÓIA *et al.*, 2014). Tais dificuldades podem ser relacionadas ao entendimento inadequado de terminologias, memorização de conteúdos e ensino descontextualizado (THOMAS, 2000), cenário agravado pela carência de atualização dos professores do EM em temáticas de grande avanço tecnológico, como a Genética (RIBAS *et al.*, 2002; VIDOTTO *et al.*, 2002). Desta forma, é inquestionável a importância da utilização de metodologias como as empregadas nos cursos de férias “Experimentando Genética” que permitem um ensino-aprendizagem mais eficiente de conteúdos.

Os aspectos dos cursos de férias salientados pelos alunos do EM nos questionários e entrevistas contribuíram também para melhoria das edições posteriores (Gráficos 7 e 10, Tabela 5) e permitiram aos participantes refletir sobre as atividades realizadas, seu comprometimento (Gráficos 11 e 12) e perspectivas futuras associadas ao ingresso em uma universidade (Tabela 20). Esse tipo de exercício de reflexão inicia um processo de desenvolvimento atitudinal dos alunos, gerando uma maior potencialidade de participação em novas atividades de ensino-aprendizagem (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Frente ao exposto, entende-se que a orientação pedagógica dos cursos de férias enquadra-se em um perfil construtivista, ao adotar uma epistemologia que avalia o conhecimento científico não como um produto pronto, mas como um processo em construção, resultado da inter-relação entre os sujeitos e o objeto investigado e seu compartilhamento e discussão entre todos os participantes (SCHWANTES, 2015). Existe também uma inter-relação entre todos os sujeitos envolvidos nas atividades dos cursos de férias, em que o estudante do EM é o protagonista da aprendizagem e o professor (docentes e monitores) é um facilitador do conhecimento (CAMPOS &



NIGRO, 2012). Este perfil também foi descrito para outros cursos de férias vinculados à Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública (MALHEIRO, 2005; ROSÁRIO, 2005; MALHEIRO, 2009; SCHWANTES, 2015).

O papel da divulgação científica tem evoluído ao longo do tempo, acompanhando o próprio desenvolvimento da C&Ts. Esta pode estar orientada para diferentes objetivos, incluindo o educacional, ou seja, a ampliação do conhecimento e da compreensão do público a respeito do processo científico e sua lógica. Neste caso, trata-se de transmitir informação científica tanto com um caráter prático, com o objetivo de esclarecer os indivíduos sobre o desvendamento e a solução de problemas relacionados a fenômenos já cientificamente estudados, quanto com um caráter cultural, visando estimular-lhes a curiosidade científica (ALBAGLI, 1996). Assim, os resultados apresentados no presente trabalho demonstram a potencialidade em divulgar a ciência de maneira lúdica e divertida, promovendo o ensino efetivo e proporcionando práticas sociais responsáveis. Adicionalmente, as atividades do Programa de Extensão Universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética), vêm de encontro não somente ao papel dos programas de pós-graduação de formação de profissionais de nível superior mais bem qualificados, como também de desenvolver processos de educação científica, inclusão e integração social, com ênfase na interação com o ensino básico.

Embora na universidade deva haver um exercício contínuo de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, a concepção de pós-graduação no Brasil está extremamente focada na ideia de pesquisa - a maioria dos relatórios CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) de avaliação das áreas não apresenta dados de associação das linhas de pesquisa à relevância para o desenvolvimento social e econômico e que busquem atender às demandas e interesses da sociedade pois ainda há uma dificuldade de estabelecimento de um diálogo entre a comunidade científica e a população (DANTAS, 2004). Interações educativas como a realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética), descritas no presente trabalho, refletem o compartilhamento do conhecimento entre os cientistas e a comunidade, a formação de pesquisadores e professores críticos em suas ações e

compromissados com o desenvolvimento social do país e uma educação científica de melhor qualidade.

Os dados obtidos no presente trabalho podem ser utilizados como referência para outros estudos, nessa mesma linha de investigação, especialmente em outros grupos vinculados à Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública, cujo principal objetivo é buscar novos caminhos para um ensino eficiente, dinâmico e atraente e, para tanto, desenvolve cursos de férias para estudantes e professores do ensino básico que facilitam o aprendizado, desmistificando e popularizando a Ciência. Os resultados também podem subsidiar a implementação de atividades similares em outros programas de pós-graduação no país, que visem desenvolver ações de interação entre ensino superior e ensino básico, e políticas nacionais para a educação, de forma a aplicar a experiência adquirida na pós-graduação para melhoria do ensino básico e para geração de processos de inclusão e integração social.

### **4.3. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

(1) As atividades pedagógicas desenvolvidas, de cunho investigativo, dinâmico e interativo, mostraram-se um eficiente instrumento para a divulgação do conhecimento científico, sendo a principal característica apontada pelos alunos do Ensino Médio participantes dos cursos de férias;

(2) As atividades desenvolvidas nos cursos de férias, somadas às avaliações e autoavaliações realizadas pelos participantes, permitem um ensino-aprendizagem mais produtivo e a elaboração do pensamento crítico-reflexivo;

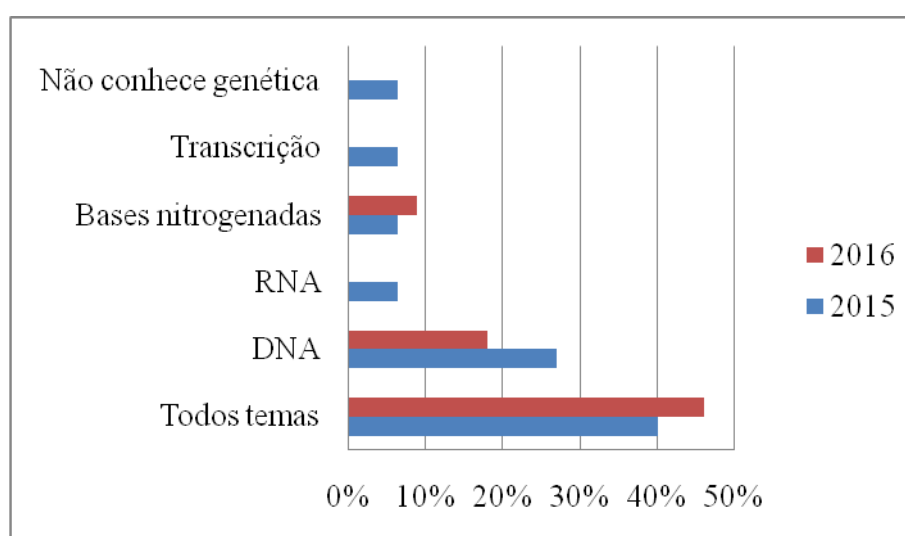
(3) Os cursos de férias vão de encontro ao principal objetivo da Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública que visa a melhoria das condições de ensino de Ciências a jovens de escolas públicas do país.

## 5. CAPÍTULO II

### 5.1. RESULTADOS

#### 5.1.1. Investigação de assuntos de interesse dos alunos do Ensino Médio

Uma análise detalhada dos resultados obtidos a partir das entrevistas realizadas em 2015 e 2016 salientou a palavra “DNA” como um dos principais temas de interesse dos alunos participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética”. Temas como “transcrição”, “bases nitrogenadas” e “RNA” também foram destacados pelos estudantes (Gráfico 19).



**Gráfico 19:** Temas de maior interesse destacados pelos alunos participantes dos cursos de férias “Experimentando Genética” realizados em 2015 e 2016.

Os resultados serviram para subsidiar o desenvolvimento de um material complementar (textos e figuras) abrangendo temas específicos sobre a estrutura de ácidos nucleicos e sobre os processos de duplicação, transcrição e tradução, visando a divulgação destes conteúdos na forma de uma cartilha educativa. Esta deverá ser utilizada nas próximas edições dos cursos de férias “Experimentando Genética” e em outras atividades da Rede Nacional *Leopoldo de Meis* de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública.

Adicionalmente, este material também será disponibilizado para *download* gratuito na biblioteca digital do Museu Escola do IB da UNESP (<http://www.museuescola.ibb.unesp.br/menu.php?id=4>) que, como outros museus virtuais, configura-se como um espaço de dispersão do conhecimento (GOLDBACH *et*

*al.*, 2015). Este visa trabalhar com conteúdos digitais para o ensino de Ciências e Biologia pautando-se nas demandas de professores e estudantes da rede pública de Ensino Básico.

### **5.1.2. Material didático**

O material educativo produzido (textos e figuras) encontra-se detalhado no Anexo III deste trabalho. Este ainda deverá ser diagramado e impresso na forma de uma cartilha educativa. Parte deste conteúdo também já encontra-se disponibilizada no Museu Escola do IB da UNESP, associado ao tema “Identidade dos Seres Vivos” (subtópico “DNA: a receita da vida e seu código”) (<http://www.museuescola.ibb.unesp.br/subtopico.php?id=3&pag=24&num=2>).

## **5.2. DISCUSSÃO**

A escolha de elaboração de uma cartilha como material de divulgação científica baseou-se em seu propósito (ser utilizada como uma ferramenta de comunicação para informar produtos, atividades, conceitos ou projetos específicos, características técnicas ou ações sociais) e em suas características (impresso gráfico de material dobrado e com ilustrações, com uma sequência de argumentos, de forma a despertar a curiosidade para a abertura do mesmo). Esta configurará um material não somente de difusão científica (referente a todo e qualquer processo usado para comunicação da informação científica e tecnológica) como também de divulgação científica (definida como o uso de processos e recursos técnicos para a comunicação da informação científica e tecnológica ao público em geral) (ALBAGLI, 1996).

Os modelos de comunicação, baseados na relação dialógica e em princípios multidirecionais, permitem um diálogo entre as pessoas envolvidas no processo de construção de uma cartilha (CARVALHO, 2007). A interação e a troca de conhecimentos são aspectos importantes nesse processo e, no presente trabalho, foi utilizada uma metodologia participativa para embasar a identificação de tópicos de Genética a serem abordados no material educativo elaborado - as entrevistas realizadas com estudantes do EM que participaram dos cursos de férias “Experimentando Genética” identificaram o termo “DNA” como o de maior interesse para aprendizagem, seguido dos temas “transcrição”, “bases nitrogenadas” e “RNA”. A aquisição desses

dados foi essencial para que o conteúdo desse material estivesse de acordo com a necessidade e curiosidade dos estudantes do EM.

Os textos da cartilha foram elaborados com uma linguagem apropriada, de modo a ser acessível a professores e alunos desse nível de escolaridade (CHASSOT, 2002; SCHEID & FERRARI, 2008), pois apresenta frases que se destacam pela proximidade com os adolescentes e utiliza exemplos cotidianos para elucidar temas e conceitos importantes na área da Genética e Biologia Molecular que encontram-se inseridos nas Orientações Curriculares para o EM. O ensino-aprendizagem de tais tópicos comumente se dá por meio de aulas expositivas e distantes do cotidiano dos estudantes (KRASILCHIK, 2008), o que os torna abstratos e de difícil compreensão (SCHEID & FERRARI, 2008; SETÚVAL & BEJARANO, 2009; MOURA *et al.*, 2013; PORRAS & OLIVÁN, 2013; GIACÓIA *et al.*, 2014, MIGUEL *et al.*, 2014).

Adicionalmente, devido aos avanços do conhecimento biológico no campo da Genética, assuntos relacionados ao DNA são comumente abordados pela mídia mundial. Para a compreensão dessas informações, é fundamental a construção dos conteúdos de Genética no ensino formal. Entretanto, diversos estudos apontam que os estudantes têm dificuldade de entender e apreender os conceitos e processos desta área da Biologia, apresentando várias concepções errôneas do ponto de vista científico (LEWIS *et al.*, 2000; MARBACH-AD, 2001; CHATTOPADHYAY, 2005). Desta forma, ações de educação científica fora do contexto da educação formal para abordagem de temas da Genética, incluindo assuntos associados ao DNA, são extremamente pertinentes. Diante deste cenário, espera-se que a cartilha elaborada seja enriquecedora e esclarecedora sobre temas específicos da área de Genética, com ênfase em assuntos diretamente associados ao DNA, e que esta possa ser utilizada como ferramenta para maior apropriação do conhecimento científico.

### **5.3. CONCLUSÕES**

O material elaborado (1) contribui para ampliação das ações de popularização das Ciências no país; (2) pode ser utilizado como instrumento pedagógico para o ensino de Genética no Ensino Médio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAGLI S. Divulgação científica: informação científica para cidadania. *Revista Inclusão Social*. v.25, n.3, p.01-15, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18225/ci.inf.v25i3.639.g643>

ALLESSANDRINI, C.D. *Oficina Criativa e Psicopedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996.

ANDRADE, M.L.F. & MASSABNI, V.G. Practical activities development: a challenge to science teachers. *Ciência & Educação*, v.17, n.4, p.835-854, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a05v17n4.pdf>

ANDRE, M. O que é um estudo de caso qualitativo em Educação. *Revista da FAEBA - Educação e Contemporaneidade*, v.22, n.40, p.95-103, 2013. Disponível em:

<http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/753>

ARAÚJO, P.V.; PESSOA, V.S.; FONSECA, P.N.; ALBUQUERQUE, J.H.A.; ALMEIDA, A.C. Eu gosto da escola: um estudo sobre o apego ao ambiente escolar. *Psicologia Escolar e Educacional*, v.20, n.2, p.377-384, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pee/v20n2/2175-3539-pee-20-02-00377.pdf>

AYUSO, G.E. & BANET, E. Alternativas a la enseñanza de la Genética em educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. v.10, n.1, p.133-157, 2002. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21790/21624>

BARBOSA, C.M. Oficinas de férias experimentando genética: avaliação e contribuições para aprendizagem de alunos do ensino médio. TCC. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2014, p.19. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118198>.

BARBOSA, C.M.; CARDIERI, E.; WASKO, A.P. Cursos de férias “Experimentando Genética”: Suas contribuições a alunos do Ensino Médio. Anais do XV Workshop de Genética - 2015. Em: *XV Workshop de Genética*, Botucatu, 2015, p.16. Disponível em: <http://ibb.unesp.br/#!/eventos/xv-workshop-de-genetica/anais-do-xv-workshop-de-genetica/>

BENITTI, F.B.V.; VAHLICK, A.; URBAN, D.L.; KRUEGER, M.L.; HALMA, A. Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. Em: *Anais do WIE 2009*, p.1811-1820, 2009. Disponível em: <http://www.robomind.net/downloads/publications/Experimentacao%20com%20Robotica%20Educativa%20no%20Ensino%20Medio.pdf>

BOGGINO, N. A avaliação como estratégia de ensino. Avaliar processos e resultados. *Revista de Ciências da Educação*, n.9, p.79-84, 2009. Disponível em: [http://www1.porto.ucp.pt/twt/same/MyFiles/MeusDocumentos/Artigos/Avaliacocomoestrategiadeensino\\_Sisifo\\_2009.pdf](http://www1.porto.ucp.pt/twt/same/MyFiles/MeusDocumentos/Artigos/Avaliacocomoestrategiadeensino_Sisifo_2009.pdf)

BRASIL. Decreto n. 21.241, de 04 de abril de 1932. Consolida as disposições sobre a organização do ensino secundário e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 1932. p. 6666.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 2, de 30 de janeiro de 2012a. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino Médio. *Diário Oficial da União*, Seção 1, Brasília, DF, p. 20, 2012.

CAMARANO, A.A.; MELLO, J.L.; KANSO, S. Do nascimento à morte: principais transições. In: CAMARANO, A. A. (Org.). *Transição para a vida adulta ou vida adulta em transição?* Rio de Janeiro: IPEA, p.31-60, 2006. Disponível em: [http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo\\_2\\_nascimento.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo_2_nascimento.pdf)

CAMILO, V.M.B.; FREITAS, F.L.S.; CUNHA, V.M.; CASTRO, R.K.S.; SHERLOCK, M.S.M.; PINHEIRO, P.N.C; VIEIRA, N.F.C. Educação em saúde sobre DST/AIDS com adolescentes de uma escola pública, utilizando a tecnologia educacional como instrumento. *DST - Jornal Brasileiro de Doenças Sexualmente Transmissíveis* v.21. n.3, p. 124-128, 2009. Disponível em: <http://www.dst.uff.br/revista21-3-2009/5-Educacao-em-Saude-sobre-DST.pdf>

CAMPOS, M.C.C. & NIGRO, RG. *Teoria e prática em Ciências na escola. O ensino-aprendizagem como investigação*. Editora FTD, 2012.

CARVALHO M.A.P. *Construção compartilhada do conhecimento: análise da produção de material educativo*. Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Caderno de Educação Popular em Saúde, Brasília/DF, p.91-101, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/rlae/v20n1/pt\\_14.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rlae/v20n1/pt_14.pdf)

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*. n.21, p.157-158, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>

CHATTOPADHYAY, A. Understanding of genetics information in higher secondary students in northeast India and the implications for genetics education. *Cell Biological Education*, v. 4, p. 97-104, 2005. Disponível em:

<http://www.sapub.org/global/showpaperpdf.aspx?doi=10.5923/j.edu.20120203.04>

CID, M.; NETO, A.J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, p. 7002-554, 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)

CONCEIÇÃO, F.P. & PERON, A.P. Engenharia genética: um olhar dos professores de Biologia de instituições públicas e privadas do Ensino Médio. *Brazilian Journal of Biosciences*. Porto Alegre, v.10, n.3, p.281-287, 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/2204/1135>

DANTAS, F. Responsabilidade social e pós-graduação no Brasil: ideias para (avali)ação. *Revista Brasileira Pós Graduação*, v.1, n.2, p.141-159, 2004. Disponível em: <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/viewFile/46/43>

DOMINGUES, J.J.; TOSCHI, N.S.; OLIVEIRA, J.F. A reforma do Ensino Médio: A nova formulação curricular e a realidade da escola pública. *Educação & Sociedade*, ano XXI, n.70, p.63-79, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v21n70/a05v2170.pdf>

FARIAS-PANTOJA, M.A. & ASSIS-JÚNIOR, P.C. A importância das aulas práticas experimentais de Ciência no ensino fundamental II. Em: *52º Congresso Brasileiro de Química: “Química e Inovação: Caminho para a Sustentabilidade”*. Recife/PE, 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/1501-9862.html>

FERNANDES, R. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). In: *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)*. Brasília, DF, 2007. Disponível em:

[http://www2.unifap.br/gpcem/files/2011/09/IDEB-\\_Texto\\_para\\_discuss%C3%A3o26.pdf](http://www2.unifap.br/gpcem/files/2011/09/IDEB-_Texto_para_discuss%C3%A3o26.pdf)



FISHER, R.A. *Statistical methods of research workers*. 5th Edition, 1934. Edinburgh: Oliver and Boyd.

FRANCO, M.L.P.B & NOVAES, G.T.F. Os Jovens do Ensino Médio e suas Representações Sociais. *Cadernos de Pesquisa*, n.112, p.167-183, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n112/16107.pdf>

FREIRE, I.S.; LIMA, F.C.V. O teste de sensibilidade à feniltiocarbamida (PTC) usado como prática lúdica no ensino de genética. *Universitas: Ciências da Saúde*, v. 7, n. 1, p. 45-56, 2009. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/cienciasaude/article/download>

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). *In: A Educação Privada em São Paulo: Expansão e Perspectivas*. São Paulo, SP, 2014. Disponível em:

[http://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/primeira\\_analise\\_n19.pdf](http://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/primeira_analise_n19.pdf)

GATTI, B.A. Estudos quantitativos em Educação. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.30, n.1, p.11-30, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n1/a02v30n1>

GATTI, B.A. & BARRETO, E.S.S. *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Brasília: UNESCO, 2009. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001846/184682por.pdf>

GIACÓIA, L.R.D.; BORTOLOZZI, J; CALDEIRA, A.M.A. Concluintes do Ensino Médio e o Conhecimento de Genética. *Revista CEREUS*. Gurupi, TO, v.6, n.1, p. 1-18, 2014. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/577>

GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4a. ed., São Paulo: ATLAS, p.176, 2002. Disponível em: [https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_e\\_laborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_e_laborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf)

GOLDBACH, T.; PEREIRA, F.D.; SARDINHA, R.; PAPOULA, N.; CARDONA, T, Para repensar o ensino de Genética: levantamento e análise da produção acadêmica da área do ensino de ciências e biologia no Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*. Em: *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, p.1195-

1202, 2015. Disponível em:  
<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/294124/382652>

GOMES-CATUNDA, F.; JOACY, J.; ANTÔNIO, A.; MARCELO, M. Experiência de ensino sobre cores durante a colônia de férias do espaço ciência - PE. *Enseñanza de las Ciencias*. Em: *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, p.1195-1202, 2009. Disponível em:  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1195-1202.pdf>

GUIMARÃES, M.A. Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia. Bauru - SP. Mestrado (Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (SP), p.07-180, 2005. Disponível em:  
[http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS\\_MEST/DIS\\_MEST20050929\\_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf](http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20050929_GUIMARAES%20MARCIO%20ANDREI.pdf)

HEIDEMANN, L.A.; ARAUJO, I.V.; VEIT, E.A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n.1, p.1504 -1515, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n1/1806-9126-rbef-38-01-S1806-11173812080.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores*. Rio de Janeiro/RJ. Acesso em setembro de 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Oferta de matrículas*. Brasília, 2015. Disponível em:  
<http://portal.inep.gov.br>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *ENEM por Escola*. Brasília, 2014. Disponível em:  
[http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset\\_publisher/6AhJ/content/enem-por-escola-ja-esta-disponivel-para-consulta](http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/enem-por-escola-ja-esta-disponivel-para-consulta)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Resultados e Metas*. Brasília, 2014. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Resultados e Metas*. Brasília, 2016. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

JÚNIOR, C. da S.; LIMA, M.E.C. de C; MACHADO, A.H. Leitura em sala de aula de ciências como uma prática social dialógica e pedagógica. *Revista Ensaio*. v.17, n. 3. p. 633-656. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17n3/1983-2117-epec-17-03-00633.pdf>

JÚNIOR, M.B.M.S.; MELO, M.S.T.; SANTIAGO, M.E. A análise de conteúdo como forma de tratamento dos dados numa pesquisa qualitativa em Educação Física escolar. *Movimento*, Porto Alegre, v.16, n.03, p.31-49, 2010. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/Movimento/article/download/11546/10008>

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v.14, n.1, p.85-93, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>

KRASILCHIK, M. *Práticas de Ensino de Biologia*. Ed. USP, 2008.

KUENZER, A.Z. O Ensino Médio agora é para a vida: Entre o pretendido, o dito e o feito. *Educação & Sociedade*, ano XXI, n. 70, p.15-39, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v21n70/a03v2170.pdf>

KUENZER, A.Z. O Ensino Médio no Plano Nacional de Educação 2011-2020: Superando a década perdida? *Educação e Sociedade*, v. 31, n.112, p.851-873, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v31n112/11>

LAKATOS, E.M. *Metodologias do Trabalho Científico*. São Paulo: Atlas, 2001.

LANGHI, R. & NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.31, n.4, p.1-11, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a14.pdf>

LAVAQUI, V. & BATISTA, I.L. Interdisciplinaridade em Ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v.13, n.3, p.399-420, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n3/a09v13n3.pdf>

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. Chromosomes: the missing link-Young people's understanding of mitosis, meiosis and fertilization. *Journal of Biological Education*, v. 34, n. 4, p.189-200, 2000. Disponível em:

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00219266.2000.9655717?needAccess=true>

LINS, M.J.S.C. & MIYATA E.S. *Avaliação de uma oficina de criação publicitária em alunos de nível técnico*, 2008. Disponível em: [http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anais/quarta\\_tema4/QuartaTema4Poster3.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/quarta_tema4/QuartaTema4Poster3.pdf)

LOPES, J.M.F. *Sonhando a escola: o real, o possível e o imaginário*. São Paulo. Monografia (Especialização em Arteterapia) - Universidade Potiguar (RN). Alquimy Art de São Paulo, p.05-48, 2005. Disponível em: [http://www.alquimyart.com.br/monografias/2/2005\\_sp\\_LOPES\\_jussara\\_maria\\_franco.pdf](http://www.alquimyart.com.br/monografias/2/2005_sp_LOPES_jussara_maria_franco.pdf)

MACHADO, I.F.; SILVA, R.M.; SOUZA, M.L.J. de. Avaliação de aprendizagem nos contornos do currículo integrado no Ensino Médio. *Cad. Cedes*, Campinas, v. 36, n. 99, p. 207-221, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v36n99/1678-7110-ccedes-36-99-00207.pdf>

MALHEIRO, J.M.S. *Panorama da Educação Fundamental e Média no Brasil: o modelo da Aprendizagem Baseada em Problemas como experiência na prática docente*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. Disponível em:

[http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacao\\_Joao%20Manoel%20da%20Silva%20Malheiro.pdf](http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacao_Joao%20Manoel%20da%20Silva%20Malheiro.pdf)

MALHEIRO, J.M.S. *A resolução de problemas por intermédio de atividades experimentais investigativas relacionadas à biologia: uma análise das ações vivenciadas em um curso de férias em Oriximiná (PA)*. Tese de Doutorado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009. Disponível em:

<http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=356#>

MANZINI, E.J. *Considerações sobre a transcrição de entrevistas. A entrevista como instrumento de pesquisa em Educação e Educação Especial: uso e processo de análise*. Livre-docência em Educação. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Marília, 2008. Disponível em: [http://www.oneesp.ufscar.br/texto\\_orientacao\\_transcricao\\_entrevista](http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista)

MARANDINO, M.; SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 1a. ed., 2009.

MARBACH-AD, G. Attempting to break the code in students' comprehension of genetics concepts. *Journal of Biological Education*. v. 35, p. 183-189, 2001. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00219266.2001.9655775?needAccess=true>

MARTINEZ, E.R.M.; FUJIHARA, R.T.; MARTINS, C. Show de Genética: um Jogo Interativo para o Ensino de Genética. *Genética na Escola*, v.2, p.24-27, 2008. Disponível em: <http://www.geneticaaescola.com.br/ano3vol2/05.pdf>

MARTINEZ, E.R.M.; PAIVA, L.R.S. Eletroforese de Ácidos Nucléicos: uma prática para o Ensino de Genética. *Genética na Escola*, v.1, p.43-48, 2008. Disponível em: <http://www.geneticaaescola.com.br/ano3vol1/9.pdf>

MELO, J.R. & CARMO, E.M. Research on the teaching of Genetics and Molecular Biology in Brazilian High School: reflections about scientific publications. *Ciência & Educação*. v.15, n.3, p.593-611, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/09.pdf>

MIGUEL, K.S.; CAMPOS, I.A.O.B.; KNECHTEL, C.M.; FERRAZ, D.F.; JUSTINA, L.A.D. Investigative courseware approach in High School: a study about DNA. *ETD - Educação Temática e Digital*, v.16, n.2, p.327-345, 2014. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/index>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *MEC e Inep comentam resultados do Enem 2014*. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/educacao/2015/01/mec-e-inep-apresentam-resultados-do-enem-2014>

MOITA, F.M.G. S.C. & ANDRADE, F.C.B. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. *Revista Brasileira de Educação*. v. 14, n. 41, p. 269-393, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n41/v14n41a06.pdf>

MOREIRA, I.C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, v.1, n.2, p.11-16, 2006. Disponível em: <http://www.brapci.ufpr.br/brapci/index.php/article/download/10235>

MOURA, J.; DEUS, M.S.M.; GONÇALVES, N.M.N.; PERON, A.P. Biology/Genetics: The teaching of biology with a focus on genetics, public schools in Brazil - brief report and reflection. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. Londrina, v. 34, n. 2, p. 167

174, 2013. Disponível em:  
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/13912>

NETO, M.F.S. O ofício, a oficina e a profissão: Reflexões sobre o lugar social do professor. *Caderno Cedes*, v.25, n.66, p.249-259, 2005. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v25n66/a07v2566.pdf>

OJA, A.J. Ensino [in]formal de ciências: o caso da sessão de observação do céu. Em: *IV Congresso Brasileiro de Educação: "Ensino e Aprendizagem na Educação Básica: desafios curriculares"*. Bauru/SP. p.317-318, 2013. Disponível em:  
[http://www2.fc.unesp.br/cbe/anais\\_iv-cbe.pdf](http://www2.fc.unesp.br/cbe/anais_iv-cbe.pdf)

OLIVEIRA, F.L.B.; SILVA, J.M.; VALENÇA, L.L.S.; FREIRE, J.G.; COSTA, L.S. The practice of science teaching in public schools of Santa Cruz/RN. *Holos*, ano 26, vol.5, p.218-226, 2010. Disponível em:  
<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/574/403>

OLIVEIRA, R.P. & ARAUJO, G.C. Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação. *Revista Brasileira de Educação*. n.28, p.5-23, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n28/a02n28>

PAIM, F.G.; SENE, V.F.; MOTA, L.S.L.S. Jogo da memória: A mosca da fruta. In: *61º Congresso Brasileiro de Genética*, Águas de Lindóia, p.19, 2015.

PEÑA, M.H.R. O ensino de Física para Ciências da Vida. Dissertação de Mestrado em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, 1996.

PETROVICH, A.C.I.; ARAÚJO, M.F.F.; MONTENEGRO, L.A.; ROCHA, A.C.P.; PINTO, E.D.J. Temas de Difícil Ensino e Aprendizagem em Ciências e Biologia: Experiências de Professores em Formação Durante o Período de Regência. *Revista da SBEnBiol.* n.7, p. 363-373, 2014.

PINHEIRO, N.A.M.; MATOS, E.A.S.A.; BAZZO, W.A. Refletindo acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfocando o Ensino Médio. *Revista Iberoamericana de Educación*. n. 44, p.147-165, 2007. Disponível em: <http://www.rioei.org/rie44a08.htm>

PISA 2015: *Results in Focus*. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>

PRIGOL, S. & GIANNOTTI, S.M. A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. Em: *1º Simpósio Nacional de Educação e XX Semana da Pedagogia*. Cascavel/PR. p.12, 2008. Disponível em: <http://www.unioeste.br/cursos/cascavel/pedagogia/eventos/2008/1/Artigo%2033.pdf>

PORRAS, F.J.Í. & OLIVÁN, M.P. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. v.10, n.3, p.307-327, 2013. Disponível em: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/336>

REGINALDO, C.C.; SHEID, N.J.; GÜLLICH, R.I.C. O ensino de ciências e a experimentação. Em: *IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*, p.1-13, 2012. Disponível em:

<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/28>

RIBAS, S.N.; SARMENTO, M.B.; RODRIGUEZ, R.C.C. Genética no Ensino Médio e as novas tecnologias. In: *48.º Congresso Nacional de Genética*, 2002.

RIBEIRO, R. & NEDER, H.D. Juventude(s): desocupação, pobreza e escolaridade. *Nova Economia*. Belo Horizonte, v.19, n.3, p.475-506, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/neco/v19n3/a04v19n3.pdf>

RICARDO, E.C. & ZYLBERSZTAJN, A. O Ensino de Ciências no Nível Médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais. *Cadernos. Brasileiros de Ensino de Física.*, v.19, n.3, p.351-370, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6610/6102>

ROSÁRIO, D.G. Formação de Professores: a Aprendizagem Baseada em Problemas. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará. Belém (PA), 2005. Disponível em:

[http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacao\\_Daisa%20Gomes%20do%20Rosario.pdf](http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacao_Daisa%20Gomes%20do%20Rosario.pdf)

SANTOS, A.P.V.; MISTURA, C.M.; LINCK, M.R. *Projeto de extensão universitária: Oficinas de química prática*. Construção de Material Alternativo. Monografia.

Universidade de Passo Fundo. Instituto de Ciências Exatas e Geociências. p.8-9, 2005. Disponível em: <http://www.upf.br/h6xd>

SANTOS, A.V. dos; BRAGA, I.C.M.; GUIMARÃES-IOSIF, R.; ZARDO, S.P. Governance: concepts and emergence in Brazilian education. *Ensaio: aval. pol. públ. Educ.* v.24, n. 93, 2016, p. 939-967. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v24n93/1809-4465-ensaio-24-93-0939.pdf>

SANTOS, E.M. A coavaliação como instrumento formativo no ensino-aprendizagem da produção escrita em português como língua estrangeira. *Ciências e Cognição*. vol. 16, n. 3, p. 37-41, 2011. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/728>

SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. *Ciência & Educação*, v.11, n.2, p.223-233, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/05.pdf>

SCHEID, N.M.J. & FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na Escola*, v.1, n.1, p.17-18, 2008. Disponível em: <http://http://www.geneticanaescola.com.br/volume-1---n-1>

SCHWANTES, L. Discurso científico na Rede Nacional de Educação e Ciência: modos de produzir ciência na atualidade. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande, 2015. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/btdt/0000010655.pdf>

SECRETARIA NACIONAL DA JUVENTUDE. *Pesquisa Juventude Brasil*. Brasília. 2013. Disponível em: <http://www.juventude.gov.br/documentos/juventude-brasil>

SEIXAS, W.S. & WASKO, A.P. *Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública. 30 Anos de Cursos de Férias*. Wasko, A.P. ed. 42p, 2015. Disponível em: [http://www.educacaoeciencia.net.br/site\\_on/](http://www.educacaoeciencia.net.br/site_on/)

SETÚVAL, F.A.R. & BEJARANO, N.R.R. The didactic models with genetics contents and its importance in the initial formation of teachers for the teaching of sciences and biology. Em: *VII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências*. p.01-12, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1751.pdf>



SILVA, G.K.; MELO, J.T.A.; OLIVEIRA, A.H.S.; SILVA, E.C.; MEDEIROS, R.S.B.; AGNEZ, L.F.; AGNES-LIMA, L.F. O julgamento da mutação. *Genética na Escola*, v.8, n.1, 2013. Disponível em: [http://media.wix.com/ugd/b703be\\_dad40d8ca13244b18e95cfb911471be8.pdf](http://media.wix.com/ugd/b703be_dad40d8ca13244b18e95cfb911471be8.pdf)

SILVA, I.E.M. & CARMO, E.M. AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: Uma análise qualitativa do processo de ensino e aprendizagem na escola fundamental. *Práxis Educacional*, Vitória da Conquista, v.4, n.4, p.193-194, 2008. Disponível em: <http://periodicos.uesb.br/index.php/praxis/article/viewFile/337/369>

SILVA, J.C.X & LEAL, C.E. dos S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 39, n. 1, p. 1401 – 1405, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n1/1806-1117-rbef-39-01-e1401.pdf>

SILVA, M.R. da & JAKIMIU, V.C. de L. Do texto ao contexto: o Programa Ensino Médio Inovador em movimento. *Ensaio: aval. pol. públ. Educ*, v.24, n. 93, p. 910-938, 2016. Disponível em: <http://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/ensaio/article/view/542>

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DOS MUNICÍPIOS PAULISTAS. *Informações dos Municípios Paulistas (IMP)*. Fundação Seade. Acesso em setembro de 2016. Disponível em: <http://www.seade.sp.gov.br/produtos/imp/index.php?page=Gráfico>

SOUSA, A.A.; SOUSA, T.P.; QUEIROZ, M. P.S., LÔBO, E.S. Evasão escolar no ensino médio: velhos ou novos dilemas? *Vértices*, v.13, n.1, p.25-37, 2011. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20110002>

SPARTA, M. & GOMES, W.B. Importância Atribuída ao Ingresso na Educação Superior por Alunos do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*. v.6, n.2, p.45-53, 2005. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/museupsi/lafec/16.pdf>

THOMAS, J. Learning about genes and Evolution through formal and informal education. *Studies in Science Education*. v.35, p.59-92, 2000. Disponível em:

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03057260008560155?needAccess=true>

TODOS PELA EDUCAÇÃO. *Educação no Brasil. Dados: Brasil 2015*. Disponível em: [http://www.todospelaeducacao.org.br/index.php?option=indicador\\_localidade&task=main](http://www.todospelaeducacao.org.br/index.php?option=indicador_localidade&task=main)

VIDOTTO, A.; BERNARDO A.A.; TROVÓ, A.B.; TARGA, A.C.; POLACHINI, G.M.; GALEGO L.G.C.; RUIZ, M.T.; IANELLA, P.; VILAGRA. U.M.M.; ARNONI, M.E.B. A conversão do saber científico na área de Genética em conteúdo de ensino: um exercício de análise. In: *48.º Congresso Nacional de Genética*, 2002.

VILLANI, C.E.P. & NASCIMENTO, S.S.A. A argumentação e o ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigação em Ensino de Ciências*. V.8, n.3, p.1-25, 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

XAVIER, M.C.F.; FREIRE, A.S.; MORAES, M.O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v.12, n.3, p.275-289, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n3/03.pdf>

WASKO, A.P.; PINHAL, D.; MOTA, L.S.L.S.; PRESTI, F.T. Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico - Experimentando Genética. In: *Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública. 30 Anos de Cursos de Férias*. Wasko, A.P. ed., p.22, 2015. Disponível em:

<https://www.dropbox.com/s/meyn6pudyobxske/Livro%2030%20anos%20dos%20Cursos%20de%20F%C3%A9rias.pdf?dl=0>

WERTHEIN, J. & CUNHA, C. Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas. 2a. ed., Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, p.276, 2009. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001859/185928por.pdf>

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, v. 35, p.29-36, 2000. Disponível em: <http://www.education.leeds.ac.uk/research/projects/young-peoples-understanding-of-and-attitudes-to-the-new-genetics>

ZAMURANO, A.N.B.R. *A prática de ensino de ciências e biologia e seu papel na formação de professores*. Tese de Doutorado. Bauru, 2006. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Ciencias/Teses/tesezamunaro.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Teses/tesezamunaro.pdf)

ZANCAM, G.T. Educação Científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em Perspectiva*, v.14, n.1, p.3-7, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n3/9764.pdf>

**ANEXO I.** Questionário aplicado aos alunos do Ensino Médio, ao final das atividades dos cursos de férias realizados nos anos de 2007 a 2016.

## **AVALIAÇÃO**

**Programa de Extensão Universitária "Difundindo e Popularizando a  
Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico"  
Curso "Experimentando Genética"**

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

1) O que você achou do curso "Experimentando Genética"?

2) Apresente críticas e sugestões para melhoria dos próximos cursos.

**ANEXO II.** Questionário aplicado aos alunos do Ensino Médio, ao final das atividades dos cursos de férias realizados nos anos de 2013 a 2016.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

Que bom que você esteve conosco !!

Após a realização de nosso curso, gostaríamos muito que você avaliasse as atividades realizadas. Para isso, pedimos que atribua uma nota a cada um dos aspectos abaixo relacionados, considerando as pontuações:

	5 Excelente	4 Ótimo	3 Bom	2 Regular	1 Ruim
Dinâmicas (jogos, brincadeiras)					
Explicações teóricas					
Atividades práticas					
Visitas (Departamentos, museu, laboratórios)					
Vídeos					
Aprendizado adquirido					
O curso como um todo					
Outros:					

Cite 3 características / aspectos muito marcantes do curso:

---



---



---

Cite 3 dificuldades enfrentadas (ou aspectos que você não gostou) durante o curso:

---



---



---

Faça uma auto avaliação sobre a sua participação no curso de férias, levando em consideração envolvimento nas dinâmicas, nas explicações, levantamento de hipóteses, curiosidade e criatividade.

E considerando sua participação, atribua-se uma nota final de 1 a 5: Nota: \_\_\_\_\_

---



---



---



---

**ANEXO III.** Textos e figuras que compõem um material didático (cartilha) referente a temas de Genética dos Conteúdos Curriculares do Ensino Médio.

### **Texto 1: Como é a estrutura do DNA?**

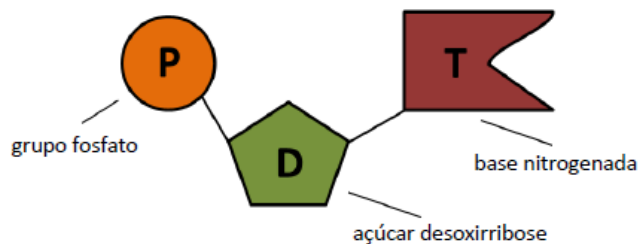
Vemos, quase que diariamente, notícias que falam sobre DNA. Mas o que é esse tal de DNA? Onde o encontramos? Qual a sua função? Para responder a essas perguntas, primeiramente temos que compreender como é a estrutura do DNA. Ou seja, do que ele é feito e como está organizado.

#### **O que significa a palavra DNA?**

Antes de tudo, vamos primeiro entender o que significa DNA - a sigla DNA ou ADN é o "apelido" do **Ácido Desoxirribonucleico**, seu nome completo. Esse ácido desoxirribonucleico é uma molécula, assim como a água que tomamos ( $H_2O$ ) ou o açúcar que consumimos ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Nada tão complicado de se entender, não é?

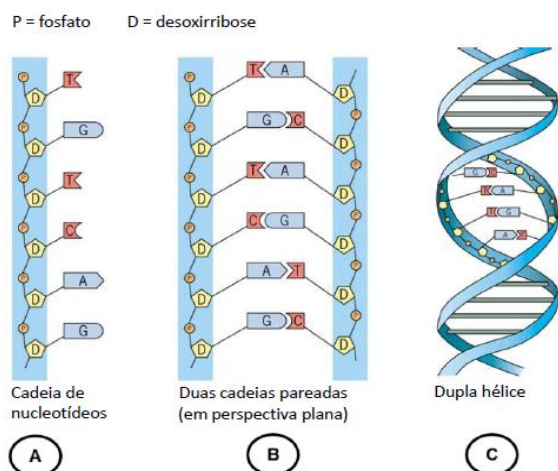
#### **Do que o DNA é composto?**

A estrutura do DNA é composta basicamente por um grupo fosfato, um açúcar chamado desoxirribose e uma base nitrogenada, que pode ser de quatro tipos diferentes: adenina (A), timina (T), citosina (C) ou guanina (G). Esses três componentes juntos (fosfato + desoxirribose + base nitrogenada) formam o **nucleotídeo** (Figura 1). Assim como as bandas ou grupos musicais necessitam de um cantor (vocalista), um guitarrista e um baterista para compor e depois tocar e cantar todos juntos, ou seja, para funcionar bem, o DNA também necessita desses três componentes para ser funcional.



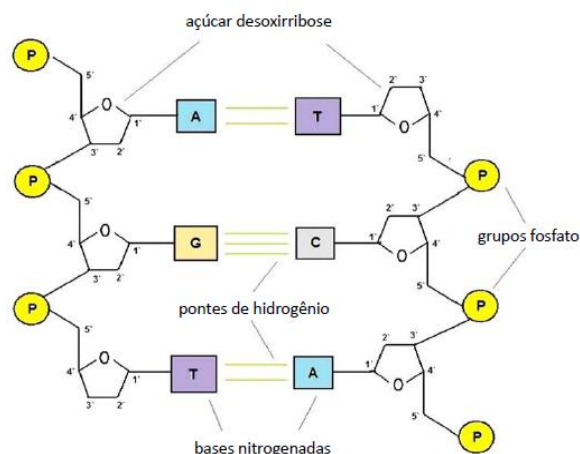
**Figura 1:** Composição do nucleotídeo do DNA.

Vários nucleotídeos se unem por um tipo de ligação química chamada fosfodiéster (parte A da figura abaixo), formando um filamento polinucleotídico (poli = muitos), chamado de **estrutura primária do DNA**. Esse filamento é como um colar de pérolas em que cada pérola seria um nucleotídeo. Na molécula de DNA, existem dois destes filamentos polinucleotídicos (Figura 2B) - também chamados de duas fitas ou **dupla hélice** - e que representam a **estrutura secundária do DNA**. As duas fitas do DNA estão em sentidos inversos ou antiparalelos, como nas escadas rolantes de um *shopping* - enquanto uma sobe, a outra desce. O grupo fosfato e o açúcar desoxirribose de cada nucleotídeo ficam na parte mais externa das fitas, como se fossem os corrimãos da escada rolante, e as bases nitrogenadas de cada nucleotídeo ficam na parte interna dos filamentos, como se fossem os degraus da escada rolante (Figura 2B e C).



**Figura 2:** Composição dos filamentos polinucleotídicos (estruturas primária e secundária do DNA).

Existe também outro tipo de ligação química no DNA, que une um filamento ao outro. Essa ligação é chamada de ponte de hidrogênio e ocorre entre as bases nitrogenadas de um filamento e as bases nitrogenadas do outro filamento (veja a parte B da figura acima). Podemos notar que adenina sempre se liga com timina e que guanina sempre se liga com citosina, por conta de suas afinidades químicas. Dizemos, portanto, que A e T são bases complementares e se ligam por duas pontes de hidrogênio e que C e G são bases complementares e se ligam por três pontes de hidrogênio (Figura 3).



**Figura 3:** Os dois filamentos da molécula de DNA evidenciando as pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

Ah, e você sabia que a molécula de DNA tem carga negativa? Isso acontece porque o grupo fosfato de cada nucleotídeo tem uma carga negativa. Assim, como o DNA é composto por milhares de nucleotídeos, ele tem carga negativa também!

**Agora,  
ponha a  
cabeça  
para  
funcionar!**

Se você tivesse que separar os dois filamentos de uma molécula de DNA, será que seria mais fácil fazer isso com uma molécula que tenha maior quantidade de A e T ou que tenha maior quantidade de C e G?



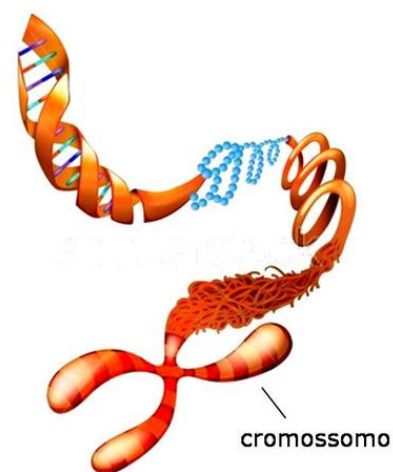


Para responder, é só imaginar uma boiada estourando as cercas de uma fazenda - é mais fácil estourar uma cerca que tem duas tábuas ou uma cerca feita com três tábuas?



Uma molécula de DNA que tenha em sua composição uma maior quantidade de C e G tem, conseqüentemente, um maior número de pontes de hidrogênio, então...

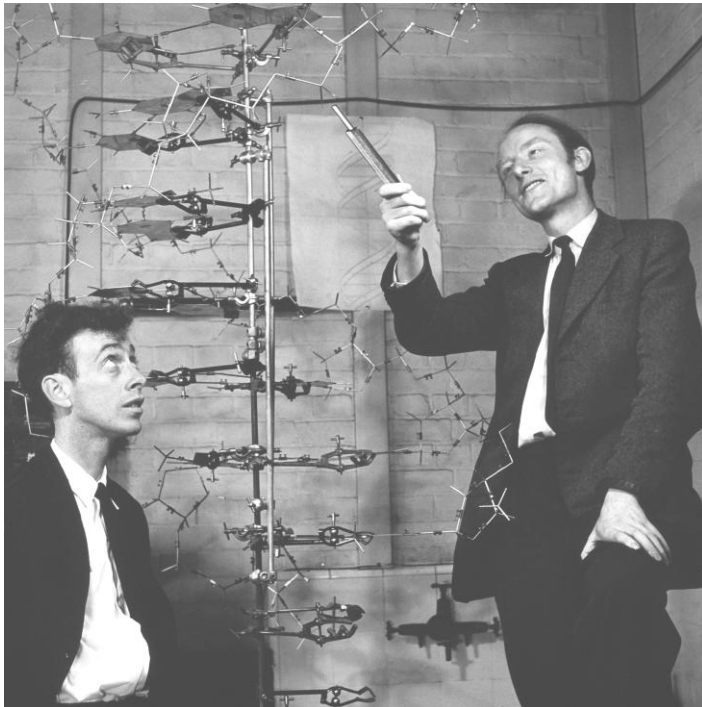
Ah, ainda falta entendermos a **estrutura terciária** do DNA que corresponde ao **cromossomo**. Este nada mais é do que a compactação dos dois filamentos do DNA junto com proteínas chamadas histonas (Figura 4). Para entender como isso acontece, basta imaginar que a molécula de DNA, em sua estrutura secundária, é como um fio de lã bem grande. Se começarmos a torcer, torcer e torcer esse fio, ele vai ficando cada vez mais compactado, não é?



**Figura 4:** Molécula de DNA compactada (estrutura terciária do DNA).

### Como é que sabemos tudo isso sobre o DNA?

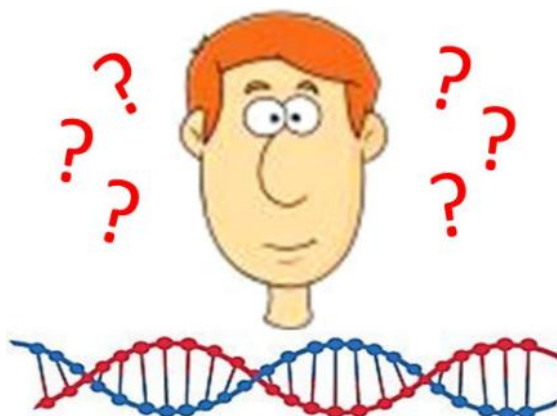
Vários cientistas contribuíram para desvendar como era a estrutura do DNA, realizando análises sobre as propriedades químicas e físicas dessa molécula. Mas dois pesquisadores, em especial, chamados James Watson e Francis Crick (Figura 5), conseguiram unir dados obtidos por vários outros cientistas, como se estivessem montando um quebra-cabeça, unindo as peças até estas se encaixarem perfeitamente. Assim, eles propuseram, em 1953, um modelo para a estrutura do DNA (Figura 2 C). A ideia deles foi tão genial que eles ganharam o Prêmio Nobel em Fisiologia e Medicina em 1962!



**Figura 5:** James Watson (à esquerda) e Francis Crick (à direita) e, ao fundo, um modelo da estrutura secundária da molécula de DNA.

## Texto 2: Você já comeu DNA hoje?

O DNA é uma das moléculas mais famosas do mundo - está sempre em propagandas, TV e mídia em geral! E todo mundo adora ver gente e coisas famosas, não é mesmo? Assim, quem não quer ver o DNA?



Bom, para podermos "ver" o DNA, primeiramente temos que retirá-lo de onde ele se encontra, ou seja, de dentro das células. No caso de organismos eucariotos (aqueles que possuem núcleo individualizado por ser envolto em uma membrana como, por exemplo, os seres humanos, outros vertebrados e plantas), grande parte das moléculas de DNA está justamente dentro do núcleo das células. Assim, o que temos que fazer é chegar ao núcleo das células e retirar o DNA de lá!



**Por que não  
tentamos fazer  
isso com o  
morango?  
Então, mãos à  
obra!**

### Como fazer a extração de DNA do morango?

Para elaborarmos o nosso experimento para isolar as moléculas de DNA do morango, temos que primeiro pensar: como podemos fazer para retirar o DNA de dentro do núcleo das células? Bom, uma forma de se fazer isso é amassando bem o morango, pois assim iremos romper a membrana celular e também a membrana nuclear. É super fácil amassar o morango em um copo plástico, usando uma colher ou garfo. O que importa deixar a fruta bem amassadinha!

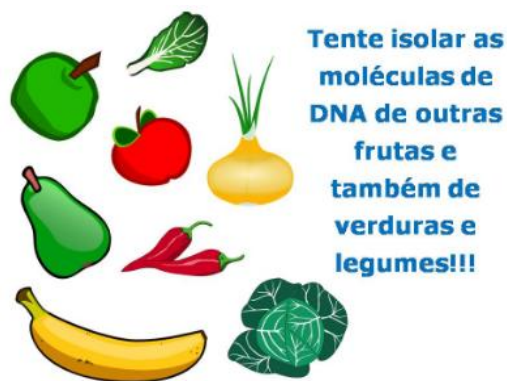
Depois de fazer isso, temos que separar o DNA do restante das coisas que existem no morango. Isso pode ser feito adicionando meio copo de água (cerca de 25ml) e uma colher de sopa de detergente neutro (aquele transparente que usamos para lavar a louça) ao morango amassado e, depois, misturar tudo muito bem. Bom, você deve estar pensando: Adicionar detergente??? Para que isso? É porque a membrana das células é composta por lipídeos e proteínas. Lipídeos são gordura, não é mesmo? Se usamos o detergente para retirar a gordura da louça que lavamos em casa, por que não usar o detergente para tirar os lipídeos das membranas celulares? E, quando o detergente retira os lipídeos, também retira as proteínas que estão unidas a estes e que fazem parte da membrana de célula. Genial, não é?

Ah...., mas ainda não deu para ver o DNA do morango... Para conseguirmos visualizar o DNA, temos ainda que realizar mais um passo em nosso experimento - o passo que "precipita" as moléculas de DNA, ou seja, que separa o DNA do restante dos componentes do morango. Para isso, é só adicionar uma colher (de chá) de sal, misturar tudo novamente e coar esta mistura, passando o filtrado para um novo copo plástico. É só usar uma peneirinha ou um filtro de papel (daqueles de coar café). Por último, precisamos adicionar um pouco de álcool - cerca de 5ml - sobre esta solução já coada. E... como num passe de mágica, você vai ver aparecer um emaranhado de fios que se parecem com algodão! Estes fios correspondem às moléculas de DNA!



Como é que conseguimos esta "mágica"? O sal ( $\text{NaCl}$ ), em contato com a água, desprende íons de carga positiva ( $\text{Na}^+$ ). Esses íons reagem com a carga negativa do DNA e formam um aglomerado. Para visualizar esse aglomerado de DNA usamos o álcool. Como o DNA é insolúvel no álcool, uma "nuvem de algodão", contendo milhares de moléculas de DNA aparece! Mas não é mágica - é ciência!

Voltando agora a nossa pergunta inicial - **Você já comeu DNA hoje?** Fácil de responder, não é? Se comemos frutas, legumes, verduras, carnes, ovos, também ingerimos o DNA desses alimentos! Mas sem problema algum, pois o DNA dos alimentos não é inserido em nosso próprio DNA!



### Texto 3: RNA - a tradução da mensagem

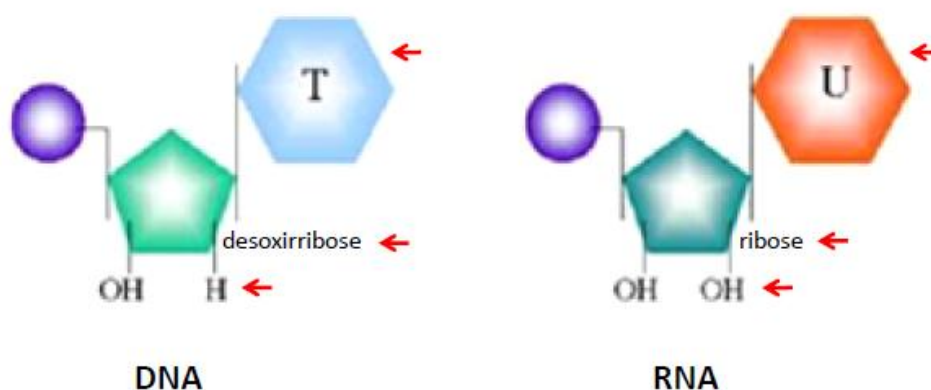
Nossa que confusão! DNA e RNA é a mesma coisa? A resposta é: NÃO!!! Podemos dizer que são primos e, a partir dessa informação, começamos a pensar: os primos têm semelhanças e diferenças, certo? Igual os primos Pedrinho e Narizinho (Figura 6) da obra literária brasileira de Monteiro Lobato, "O Sítio do Picapau Amarelo".



**Figura 6:** Primos mais famosos da literatura brasileira - Pedrinho e Narizinho. Os dois são netos de D. Benta e assim, apesar de suuuuuuper diferentes, são também bem parecidos em várias coisas. Olhe para seus primos e veja se vocês não têm algo similar na aparência e na personalidade. Aposto que têm!

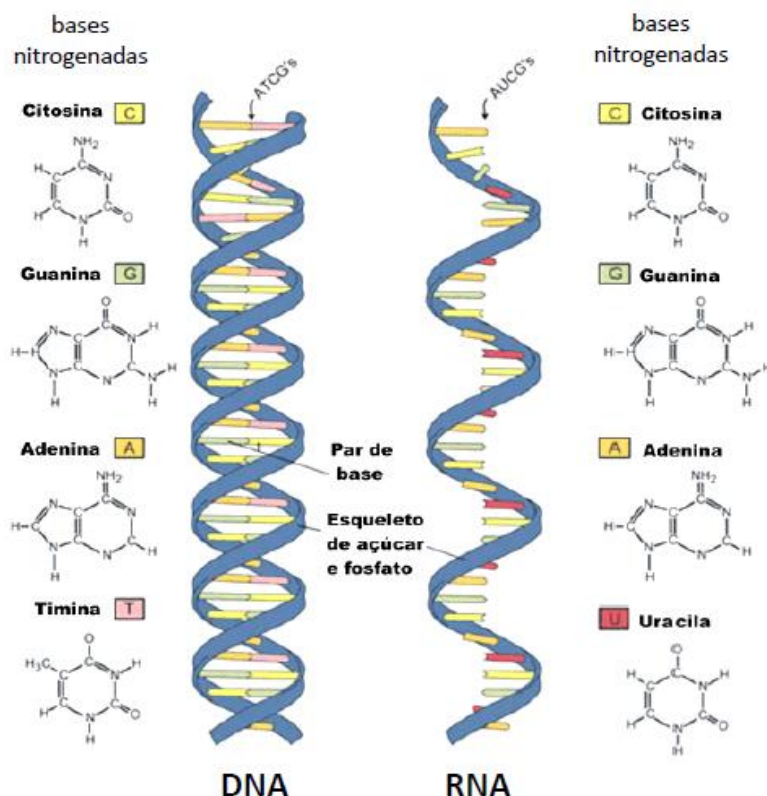
### DNA x RNA: diferenças e semelhanças?

Agora, vamos comparar os "primos" DNA e RNA que também têm suas semelhanças e diferenças. Assim como o **DNA** é o apelido de **Ácido Desoxirribonucleico**, o **RNA** tem um "nome de registro" que é **Ácido Ribonucleico**. A molécula de RNA também tem nucleotídeos formados por um grupo fosfato, um açúcar e uma base nitrogenada. Até aqui tá parecendo igual ao DNA, mas vamos com calma! Embora o grupo fosfato seja idêntico ao que encontramos no DNA, o açúcar do RNA é um pouquinho diferente e chamado de ribose (Figura 7). Veja na figura abaixo que a desoxirribose do DNA tem uma hidroxila (OH) e um átomo de oxigênio (O) e a ribose do RNA tem duas hidroxilas (OH). Além disso, o RNA também tem as bases nitrogenadas adenina, citosina e guanina, como no DNA, mas, ao invés de ter a base timina, tem um outro tipo de base nitrogenada - a URACILA (Figuras 7 e 8).



**Figura 7:** Nucleotídeos de DNA e RNA, com destaque para suas diferenças.

Outro diferencial entre DNA e RNA está em relação aos filamentos polinucleotídicos: o RNA contém apenas uma fita, ao invés de duas como o DNA (Figura 8). Assim, dizemos que o RNA é fita simples. Na dúvida, dê uma olhadinha nos tópicos anteriores para recordar aquele montão de informações sobre o DNA!



**Figura 8:** Moléculas de DNA e RNA mostrando algumas similaridades e diferenças entre estes "primos" genéticos.

E aí? Olhou os tópicos anteriores? Então deve se lembrar que grande parte do DNA dos eucariotos é encontrada no núcleo das células. Por outro lado, moléculas e mais moléculas de RNA estão presentes no núcleo e também fora dele (no citoplasma das células) e, por conta disso, o DNA é mais estável que o RNA. Para entendermos isso, é só pensarmos o seguinte: onde estamos mais seguros, passeando nas ruas ou dentro de casa? Claro que dentro de casa estamos mais seguros, pois temos as paredes e telhados



que nos protegem, diferentemente da rua em que estamos expostos a vários riscos. Assim, dizemos que o RNA está disperso no núcleo e no citoplasma, ou seja, dentro das células o RNA está em qualquer lugar, enquanto uma grande quantidade de DNA está dentro do núcleo (dentro da casa). Seguindo esse raciocínio, podemos dizer que o DNA é um tipo de primo mais caseiro, mais sossegado e que o RNA é um primo mais baladeiro, que não pára em casa. Mas veremos nos próximos blocos que essa característica não é ruim e ajuda na síntese protéica. Balada com responsabilidade é top!

### Existem diferentes tipos de RNA?

Há ainda outro detalhe sobre o RNA: existem diferentes tipos (Figura 9) e cada um deles tem um "sobrenome" relacionado às distintas funções que realiza dentro das células:

- ❖ **RNA mensageiro ou RNAm:** o "sobrenome" dele já diz tudo - tem uma mensagem, na forma da sequência de bases nitrogenadas de seus nucleotídeos. É como se fosse um sms que enviamos do celular, descrevendo o que a célula está precisando naquele momento.

- ❖ **RNA transportador ou RNAt:** outro com um "sobrenome" perfeito - ele transporta, leva uma mensagem para o ribossomo. É só pensar em como uma mensagem do seu celular chega ao de outra pessoa. É por meio de uma operadora, não é? Então, o RNAt é a operadora que "carrega" a informação.

- ❖ **RNA ribossômico ou RNAr:** Ele se une a proteínas para formar o tal do ribossomo citado acima, que irá produzir as proteínas. Ou seja, ele é o celular em que você recebe o sms, com a informação necessária.

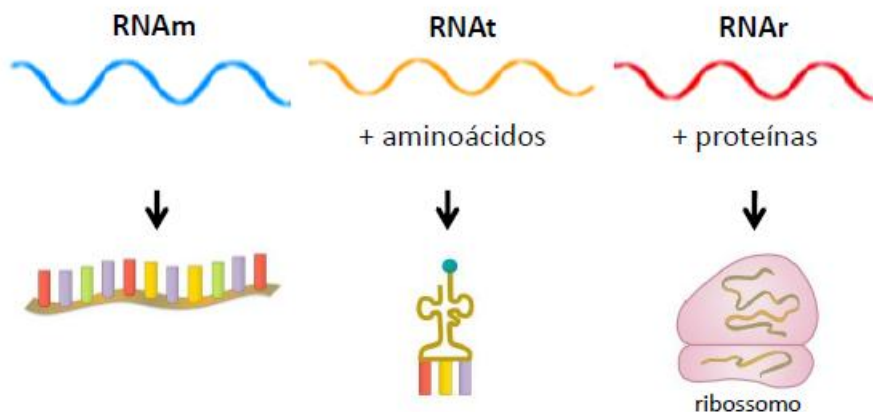
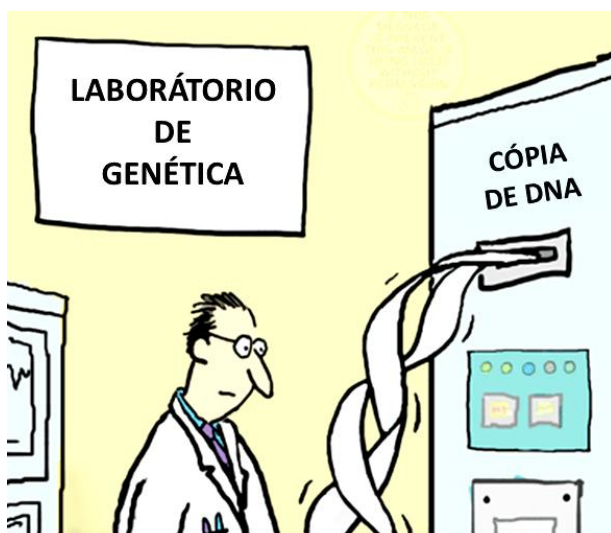
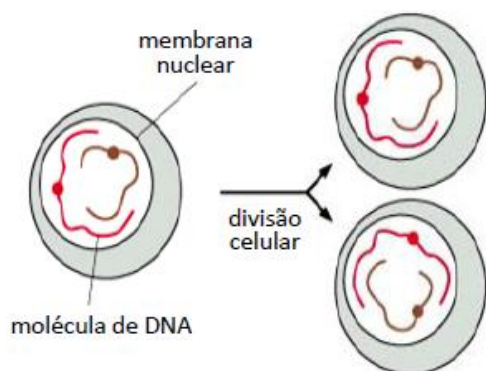


Figura 9: Diferentes tipos de RNA.

#### Texto 4: Como se faz uma cópia do DNA?



A maioria das nossas células está em constante renovação e, para isso, as células se dividem e formam outras células iguais (Figura 10). Como o DNA está dentro das células, antes destas se dividirem, cada molécula de DNA também tem que formar novas moléculas. Neste processo, chamado de **duplicação ou replicação**, uma molécula de DNA gera uma cópia idêntica e isso acontece um pouco antes da célula entrar em divisão.

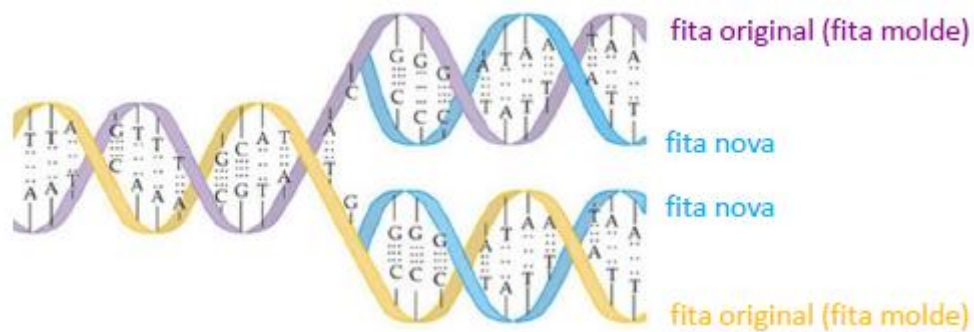


**Figura 10:** Divisão celular - uma célula se divide e dá origem a duas células idênticas. As novas células formadas têm o mesmo conteúdo de DNA que a célula original.

E como isso ocorre? Simples! O que você faz quando precisa de uma cópia de um documento importante? Tira xerox! Temos uma “máquina de xerox” dentro de nós que copia o DNA. Esta cópia é feita de uma maneira muito especial, chamada de **semi-conservativa**. Semi significa metade, não é? Então, quando uma molécula de DNA vai se duplicar, cada nova molécula (ou cópia) vai manter metade da molécula original e a outra metade vai ter que ser sintetizada.



Difícil de entender? Então, é só se lembrar da estrutura secundária do DNA - são dois filamentos ou fitas. Metade disso seria um dos filamentos, não é? Agora ficou fácil - na duplicação, cada “cópia” do DNA vai manter um filamento da molécula original (fita original) e sintetizar o outro filamento (fita nova) (Figura 11).

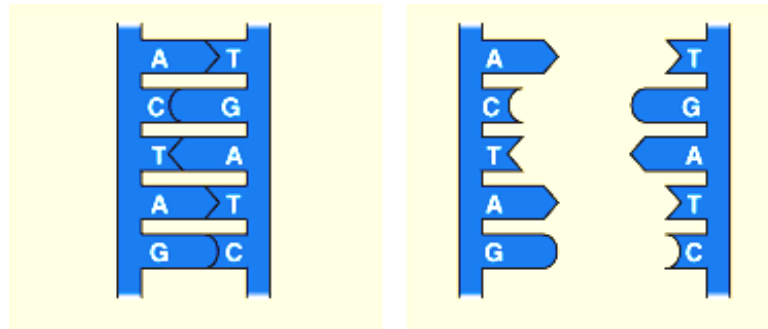


**Figura 11:** Duplicação semi-conservativa do DNA.

### **Como é que o processo de duplicação semi-conservativa acontece?**

Para tirar a cópia de um documento, a gente segue os seguintes passos: 1º. Achar e pegar o documento; 2º. Colocar na máquina copiadora; e 3º. Apertar o botão para iniciar a cópia e pronto! Na maioria das vezes, o xerox sai perfeito! O processo de replicação semi-conservativa do DNA também segue estes passos básicos.

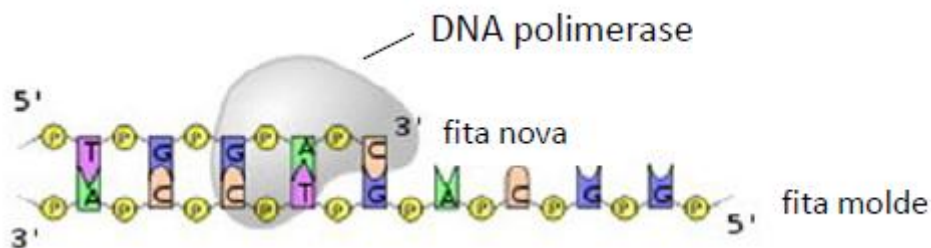
No primeiro passo, uma enzima chamada **helicase** age como se fosse a pessoa que procura e pega o documento que se quer copiar. "Helic" te faz lembrar de alguma coisa? Ah, claro, as hélices do DNA ou as duas fitas do DNA! E "ase", o que será que significa? HUUUUUUUU... "ase" significa quebra! Então, a helicase serve para quebrar! Mas quebrar o que? Bom, ela quebra ou rompe as pontes de hidrogênio e separa um filamento do DNA do outro filamento para poder começar a ser feita a cópia do DNA (Figura 12). Mas como é que a helicase acha o local para iniciar a replicação? Ela, que não é barata tonta para ficar perdida no meio de milhares de nucleotídeos, tem uma "bússola" que indica o lugar certinho onde ela deve começar a romper as pontes de hidrogênio - este local é chamado de origem de replicação.



**Figura 12:** Separação dos dois filamentos da molécula de DNA por quebra das pontes de hidrogênio feita pela enzima helicase.

Aí vem o segundo passo do processo de cópia do DNA - uma outra enzima, chamada **primase**, trabalha como parceira da helicase para conseguir tirar o xerox do DNA. A primase, que significa "iniciadora", começa a copiar o DNA, ou seja, é ela que "coloca o DNA na máquina copiadora". E ela consegue fazer isso colocando uma sequência de nucleotídeos no início de cada novo filamento que será sintetizado.

O terceiro e último passo da replicação do DNA é feito pela enzima **DNA polimerase**. É ela quem "aperta o botão da máquina de xerox para iniciar a cópia". Sabe o que significa polimerizar? É produzir algo. Então, uma enzima chamada DNA polimerase deve produzir DNA, não é mesmo? De acordo com os nucleotídeos da fita molde do DNA, esta enzima vai pegando nucleotídeos para fazer a outra fita que será sintetizada. E isso é possível por conta do pareamento das bases nitrogenadas no DNA. Se na fita molde do DNA tiver um nucleotídeo de adenina, a DNA polimerase vai colocar um nucleotídeo de timina no novo filamento que vai ser formado. Se na fita molde tiver um nucleotídeo de citosina, a DNA polimerase vai colocar um nucleotídeo de guanina no novo filamento que vai ser formado. É só lembrar que A pareia com T e C pareia com G! (Figura 13).



**Figura 13:** DNA polimerase adicionando nucleotídeos para formar uma nova fita de DNA.

### **E se o processo de duplicação tiver alguma falha?**

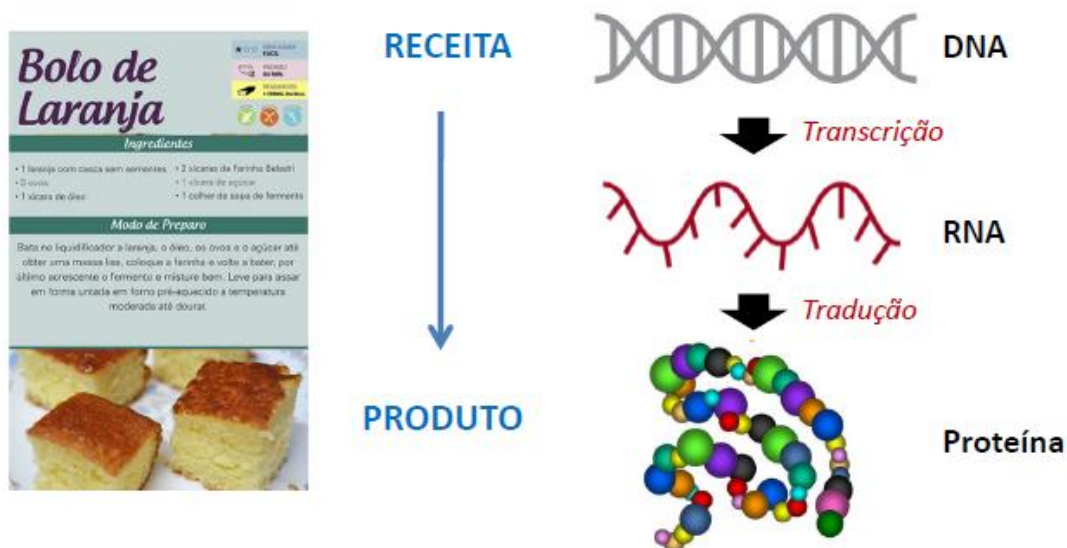
Você já percebeu que algumas vezes as cópias que fazemos na máquina de xerox ficam borradas? Imagina se isso acontece quando estivermos tirando uma cópia de um documento super, hiper importante... Aí, não tem jeito - temos que tirar outra cópia, não é mesmo? Erros também podem acontecer no processo de duplicação do DNA, mas a enzima DNA polimerase verifica se há falhas de pareamento entre as bases nitrogenadas, pois A deve se ligar somente com T e C deve se ligar somente com G, e corrige estes erros. O DNA é um "documento" tão importante que é chamado de **"molécula da vida"**! É a molécula hereditária (que é transmitida dos pais para os filhos) e que determina grande parte de nossas características.

### **Texto 5: A Receita da vida**

Atualmente, se você estiver com vontade de comer qualquer comida, pode buscar a receita na internet, ver os ingredientes, ir ao supermercado, comprá-los, preparar tudo e pronto! Mas não dá para ir à cozinha e colocar a mão na massa de qualquer jeito. Para a receita dar certo, tem que seguir direitinho todos os passos descritos.

## Como as proteínas são produzidas?

Para funcionamento e manutenção do nosso organismo, também há uma certa “receita da vida”. Nessa receita, há um passo chamado de **transcrição** (que é parte da receita) e um outro passo denominado de **tradução** (que é o produto final da receita) (Figura 14). Na transcrição, pedacinhos específicos do DNA, chamados de **genes**, constroem uma molécula de RNA mensageiro (aquela que tem uma “mensagem”, lembram?). E, na tradução, esta mensagem do RNA serve para produzir uma cadeia de aminoácidos que são “pecinhas” que, juntas, irão formar um **polipeptídeo** que, depois, irá formar uma **proteína**.



**Figura 14:** Receitas e seus produtos finais. Para fazer um bolo de laranja, são necessários vários ingredientes, como laranja, açúcar, óleo, farinha, ovos e fermento. Para fazer uma proteína, também precisamos de vários ingredientes - as informações do DNA e do RNA.

Pensa naquele bolo que só sua avó ou mãe sabem fazer e que você ama de paixão e seria capaz de comer todinho de uma só vez! Fofinho, delicioso! Aí você resolve fazer um igual, mas não segue todos os passos corretamente da receita... Vai dar tudo errado ou você irá fazer um bolo diferente do que queria, não é mesmo? O gosto não vai ser o mesmo ou a aparência dele não vai ser como você esperava (Figura 15).



**Figura 15:** Bolo que não cresceu... Houve alguma falha nos passos de sua produção!

Em todos os seres vivos, há um livro imenso de receitas chamado **genoma**, composto por bilhões de letrinhas - aquelas das quais já falamos antes, os nucleotídeos de *A*, *T*, *C* e *G* que compõem o DNA. Cada receita irá gerar um produto final que será uma proteína. Mas já pensou que fazer um monte de receitas deve dar um trabalho danado? Ah, mas existem, dentro de cada ser vivo, uns "cozinheiros" que trabalham muito para conseguir dar conta de preparar as receitas e conseguir assim fazer as proteínas. Esses "cozinheiros" são proteínas e enzimas que auxiliam no processo de transcrição.

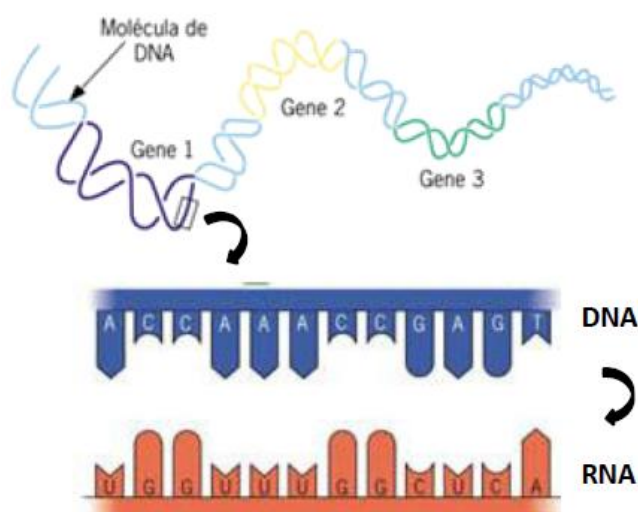
Quando um produto de uma destas receitas precisa ser feito, os "cozinheiros" se organizam para colocar a mão na massa e contam com a ajuda de alguns "utensílios". Na cozinha, estes utensílios, são batedeira, panelas, fogão, colher, etc. Nos nosso organismo, temos um instrumento que auxilia esses "cozinheiros" - o RNA mensageiro! Assim, quando ocorre a transcrição, a informação do genoma sai do DNA por meio do RNA mensageiro (aquele tal de sms!).

Com esse grande instrumento em mãos - o RNA mensageiro - os "cozinheiros" podem comandar toda a maquinaria da transcrição. Nesse processo da transcrição, o "chefe de cozinha" é a enzima **RNA polimerase**.



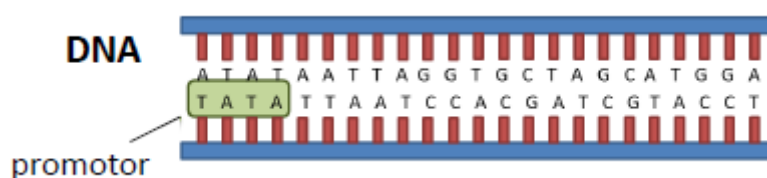
Bom, já vimos que, muitas vezes, o nome já diz tudo. E se polymerizar, significa produzir algo... Então, a RNA polimerase deve produzir, claro, RNA! E sabe como ela consegue fazer isso? Ela "copia" a receita do DNA na forma de RNA mensageiro. Para isso acontecer, a RNA polimerase utiliza um dos filamentos do DNA como molde ou como informação para conseguir sintetizar o RNAm (Figura 16).

A RNA polimerase é muuuuuuito esperta e sabe exatamente qual base nitrogenada deve inserir no RNA mensageiro que ela está construindo! É que ela "se lembra" da complementariedade das bases nitrogenadas (A se liga com T e C se liga com G). Se na fita molde de DNA houver um nucleotídeo de guanina, a enzima RNA polimerase vai colocar no RNA mensageiro que está sendo formado um nucleotídeo de citosina. E, se na fita molde de DNA houver um nucleotídeo de adenina, a enzima RNA polimerase vai colocar no RNA mensageiro um nucleotídeo de... uracila! E não de timina, pois já vimos que RNA não tem timina e sim uracila! (Figura 16).



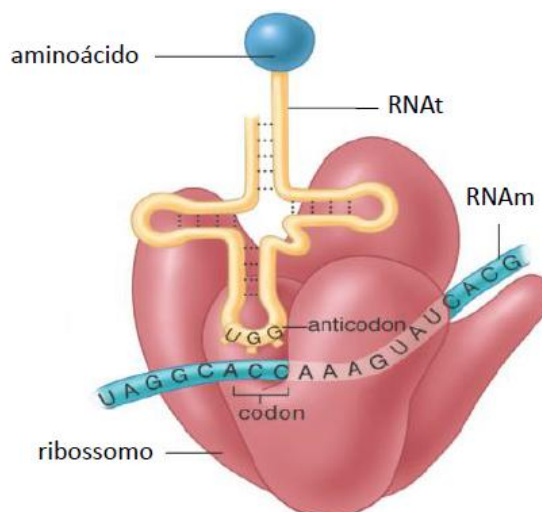
**Figura 16:** A informação de um dos filamentos da molécula de DNA, de uma região chamada de gene, é utilizada para a síntese de uma molécula de RNA mensageiro.

Mas você deve estar se perguntando: como é que o “chefe de cozinha” sabe exatamente onde está a receita que ele deve preparar? Tem tantas receitas no genoma... Bom, se queremos fazer um bolo, procuramos por uma receita de bolo e não de pizza, certo? No genoma, mais especificamente nos genes, existem marcadores de receitas, chamados de **promotores** que indicam para o “chefe de cozinha” onde ele consegue achar mais facilmente as receitas. Esses promotores têm vários nucleotídeos de adenina e timina e, por conta disso, essa região é chamada de **TATA-box**. Quando os promotores indicam o “lugar” de uma receita, a enzima RNA polimerase encontra este lugar e pode iniciar a síntese de uma molécula de RNA mensageiro (Figura 17).



**Figura 17:** Região TATA-box de um promotor na molécula de DNA.

Mas só formar uma molécula de RNA mensageiro significa que ainda estamos no meio de uma receita. Esta ainda precisa ser finalizada para gerar um produto final (proteína). O processo de gerar este produto final é chamado de **tradução**. De tão complexa, a tradução (ou **síntese protéica**) precisa da ajuda de muitos “cozinheiros”! Aqui, diferentes tipos de RNA (o RNA mensageiro, o RNA transportador e o RNA ribossômico) têm que colocar a mão na massa para conseguir produzir uma proteína (Figura 18). Como em uma cozinha de restaurante, todos cozinheiros têm que trabalhar juntos, cada um fazendo uma parte da receita, para sair tudo perfeito!



**Figura 18:** RNA mensageiro, RNA transportador e RNA ribossômico (que forma o ribossomo) trabalhando em conjunto para sintetizar uma proteína.

### O que cada tipo de RNA faz na síntese protéica?

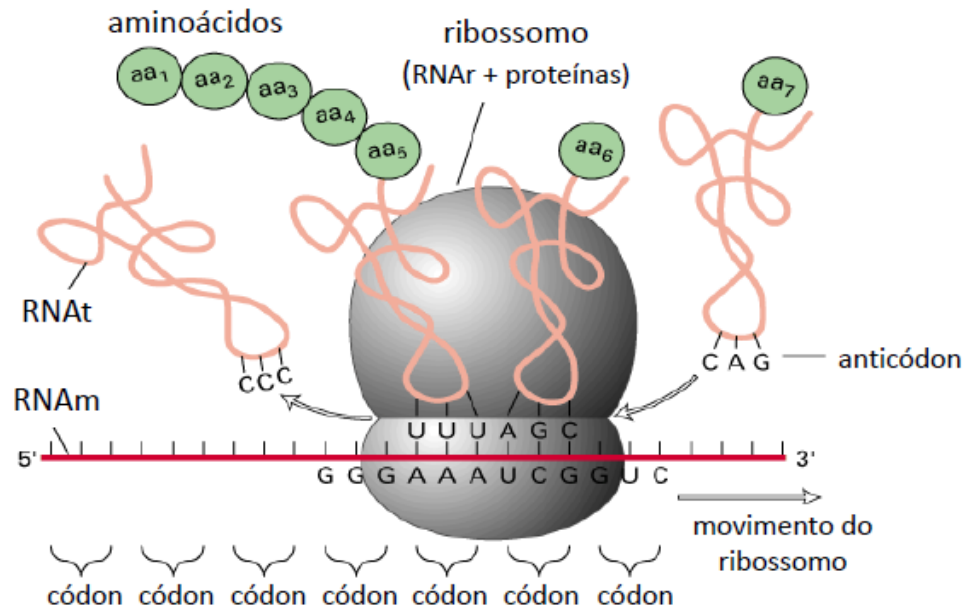
Como já vimos anteriormente, o **RNA mensageiro** carrega uma mensagem. Essa mensagem ou código é que vai dizer qual produto final - a tal da proteína - deverá ser sintetizado. Esse "código secreto" do RNA mensageiro é formado por grupos de três nucleotídeos - os chamados **códons** (Figura 18). O nome códon vem de "codificar", que significa determinar. Assim, cada códon representa um **código genético** que irá determinar um ingrediente da receita final - os chamados aminoácidos. Como existem diversos códons, estes são capazes de gerar um montão de ingredientes diferentes, ou seja, aminoácidos diferentes. É um conjunto de vários aminoácidos forma um peptídeo que depois forma uma proteína.

O **RNA transportador** transporta alguma coisa, claro! Ele atua como se fosse uma tigela que carrega ingredientes (**aminoácidos**) que farão parte da proteína a ser formada. Como cada proteína é formada por vários aminoácidos, são necessários vários RNAs transportadores, cada um para

transportar um aminoácido. E cada RNA transportador consegue reconhecer um códon específico do RNA mensageiro. Esse reconhecimento é como uma chave-fechadura: o RNA transportador tem uma "chave" com três nucleotídeos (chamada de **anticódon**) que reconhece uma "fechadura" do RNA mensageiro (o códon).

E ainda falta o **RNA ribossômico** que forma, junto com proteínas, o **ribossomo**! O ribossomo atua como um "acoplador" entre o RNA mensageiro e o RNA transportador e faz a "leitura" das bases nitrogenadas do RNA mensageiro. Como é que é???? Ribossomo tem a capacidade de ler? Bom, de certa forma, tem sim! Lembra de quando você tinha uns 6 anos de idade e começou a aprender a ler? Aposto que colocava o dedo indicador em cima de cada linha que tinha que ler para ajudar a conseguir decifrar certinho aquele monte de letras! É isso que o ribossomo faz! Ele vai se movimentando e percorrendo toda a sequência de "letrinhas" - as bases nitrogenadas - do RNA mensageiro.

A figura 19 mostra, de forma mais detalhada, o trabalho do RNA mensageiro, dos RNAs transportadores e do ribossomo para conseguir finalizar a receita e formar uma proteína. Super trabalho em grupo!



**Figura 19:** Processo de tradução ou síntese protéica mostrando o papel do RNA mensageiro, dos RNAs transportadores e do ribossomo.

### O que é código genético?



Vou contar um segredo! Não são só os "cozinheiros" que conseguem decifrar a "receita" ou o **código genético** e saber qual o produto final que vai ser produzido! Eu também sei dar uma de "mestre cuca detetive" e fazer isso! Se cada combinação de três bases nitrogenadas do RNA mensageiro (os códons) determina um aminoácido específico da proteína, é só olhar para a tabela abaixo para conseguir deduzir a qual proteína que será formada. E veja que existem ainda alguns códons chamados de "stop" que significa "parada" e, assim, quando eles aparecem no RNA mensageiro, indicam a finalização da síntese de uma proteína.

		segunda base					
		U	C	A	G		
primeira base	U	UUU } Fenil-alanina UUC } UUA } Leucina UUG }	UCU } UCC } Serina UCA } UCG }	UAU } Tirosina UAC } UAA } Stop codon UAG } Stop codon	UGU } Cysteine UGC } UGA } Stop codon UGG } Tryptophan	terceira base	U C A G
	C	CUU } CUC } Leucina CUA } CUG }	CCU } CCC } Prolina CCA } CCG }	CAU } Histidina CAC } CAA } Glutamina CAG }	CGU } CGC } Arginina CGA } CGG }		U C A G
	A	AUU } Isoleucina AUC } AUA } AUG } Metionina start codon	ACU } ACC } Treonina ACA } ACG }	AAU } Asparagina AAC } AAA } Lisina AAG }	AGU } Serina AGC } AGA } Arginina AGG }		U C A G
	G	GUU } GUC } Valina GUA } GUG }	GCU } GCC } Alanina GCA } GCG }	GAU } Ácido GAC } Aspártico GAA } Ácido GAG } Glutâmico	GGU } GGC } Glicina GGA } GGG }		U C A G

**Figura 20:** Tabela do "código genético" mostrando que cada trinca de nucleotídeos do RNA mensageiro (formada pela 1ª, 2ª, e 3ª. base nitrogenada) codifica um aminoácido específico.

Agora, não tem vezes que mesmo a gente seguindo tintim por tintim uma receita de bolo, dá tudo errado? Isso pode acontecer porque alguém escreveu a receita com algum erro e aí... o bolo vira uma caca mesmo! As informações da receita, ou do genoma, precisam estar todas corretas para que a proteína desejada possa ser formada. Se tiver alguma coisa incorreta na receita (as chamadas **mutações** - que são alterações no DNA), pode ser que a proteína não seja sintetizada ou que um produto diferente do desejado seja formado (Figura 21).

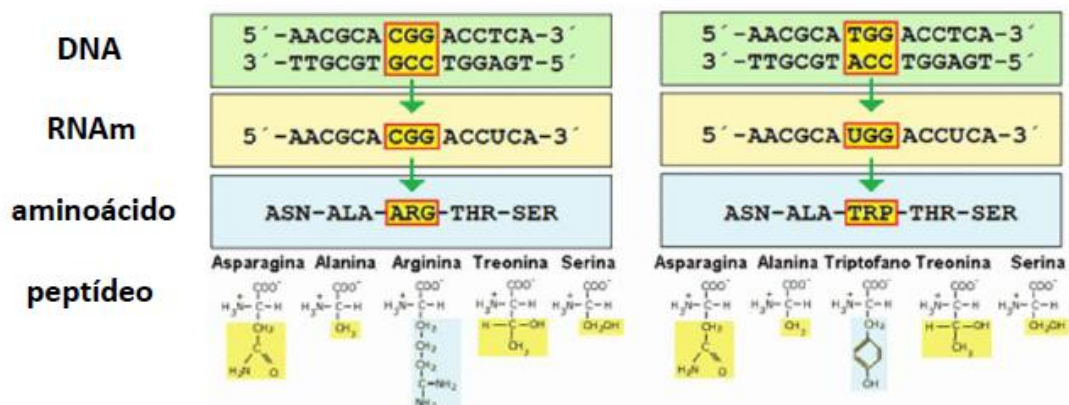


Figura 21: Exemplo de uma mutação no DNA (troca de base nitrogenada) levando à formação de um peptídeo diferente.

Mas você alguma vez já percebeu que, mesmo usando receitas de bolo com algumas informações diferentes, o produto final é igual? Isso acontece porque informações diferentes podem estar associadas a um mesmo ingrediente. Por exemplo, na receita de bolo de cenoura que minha mãe costuma fazer, diz para utilizar margarina da marca Qualy e, na receita e bolo de cenoura da minha sogra, diz para usar margarina Doriana. E não é que os dois bolos ficam iguaizinhos?

No processo de síntese de proteínas isso também pode acontecer - algumas vezes, códons diferentes podem estar associados a um mesmo tipo de ingrediente, ou seja, a um mesmo tipo de aminoácido. Isso acontece porque, mesmo tendo bases nitrogenadas diferentes, estes códons agem como sinônimos uns dos outros. Um exemplo disso são as sequências GCU, GCC, GCA e GCG - todas de "marcas diferentes" mas que geram o mesmo aminoácido, chamado Alanina. Quando isso acontece, dizemos que o código genético é degenerado. Veja outros códons sinônimos na tabela da figura 20!

**Quer saber mais sobre estes assuntos e outros tópicos de  
Genética?**

Acesse o site do Museu Escola do Instituto de Biociências da UNESP!

(<http://www.museuescola.ibb.unesp.br>)

*Esta publicação é parte do Programa "Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico" e da Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública.*

*Esta cartilha, que tem como foco a divulgação científica, não tem fins lucrativos e não será objeto de venda ou qualquer outra forma de distribuição não-gratuita.*

*É proibida a sua reprodução para fins de comercialização.*

Realização:

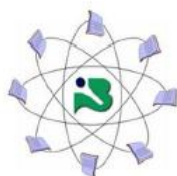
Cassiane Martins Barbosa & Adriane Pinto  
Wasko

Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas (Genética)

Instituto de Biociências

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Apoio:



Difundindo e Popularizando a  
Ciência na UNESP: Interação  
entre Pós-Graduação e  
Ensino Básico

