

## DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO FORMAL: QUE DEMANDAS TRAZEM OS ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO?

Vinícius Nunes Alves<sup>69</sup> - Universidade Estadual de Campinas

Marielly de Campos<sup>70</sup> - Universidade Estadual Paulista

Adriane Pinto Wasko<sup>71</sup> - Universidade Estadual Paulista

### Resumo:

No Brasil, o envolvimento de estudantes de Ensino Médio com a aprendizagem é um desafio, o que pode ser explicado por diversos fatores. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica no país aponta um cenário preocupante para todas as disciplinas, incluindo as Ciências da Natureza. A Genética é uma dessas ciências que têm maior crescimento no mundo, mas seus conteúdos básicos presentes no Ensino Médio são considerados complexos para compreensão. Nesse contexto, investigamos a percepção de estudantes do Ensino Médio sobre conteúdos curriculares de Genética com maior dificuldade para aprendizagem. Durante 2019, foram realizados levantamentos com estudantes do Ensino Médio de escolas públicas que fazem parte da Regional de Ensino da Cidade de Botucatu-SP, compreendendo 32 instituições. Perguntamos aos estudantes se já tinham tido contato com diferentes tópicos de Genética, se esse contato foi por aulas teóricas e/ou práticas, e se aprenderam ou não. Dos 220 questionários distribuídos, 128 estudantes de 30 escolas da regional devolveram preenchidos. Para estudantes do primeiro e segundo anos do Ensino Médio, predominaram tópicos que não foram ministrados em aulas, como alelos, interações gênicas, transcrição, tradução e PCR. Para os mesmos estudantes das duas séries, destacaram-se outros tópicos que tinham sido ministrados, como organização celular, diversidade genética e herança ligada ao sexo. Na terceira série do Ensino Médio, houve considerável aumento no número de tópicos já estudados, com a inclusão de conteúdos como genes, mitose e meiose. Em todas as séries do Ensino Médio, a maior parte das atividades foi realizada de forma teórica. Para estudantes das três séries do Ensino Médio e para todos os tópicos de Genética questionados, a maior frequência de aulas práticas se correlacionou com a maior compreensão dos estudantes. Concluimos que a apropriação efetiva dos conteúdos de Genética, incluindo alguns polêmicos, vai além dos conceitos na escola.

**Palavras-chave:** Citogenética. Divulgação Científica. Ensino-Aprendizagem.

### Abstract:

In Brazil, involvement of high school students in learning is a challenge, which can be explained by several factors. The Basic Education Development Index in the country points out a worrying scenario for all subjects, including the Natural Sciences. Genetics is one of the fastest growing sciences in the world, but its basic contents present in high school are considered complex for understanding. We investigated the perception of high school students about curriculum content in Genetics with greater difficulty for learning. During 2019, surveys were conducted with high school students from public schools in Botucatu-SP and surrounding cities, comprising 32 institutions. We asked the students if they had already had contact with different topics of Genetics, if this contact was through theoretical and / or practical classes, and if they have learned or not. Of the 220 questionnaires distributed, 128 students from 30 schools in the regional returned it completed. For students in the first and second years of high school, topics that were not instructed in classes, such as alleles, gene interactions, transcription, translation and PCR, predominated. For the same students in both grades, other topics that had been

<sup>69</sup> Biólogo pela UNESP, mestre em ecologia pela UFU e especializando do programa de pós-graduação em Jornalismo Científico da UNICAMP, [vinicius16na@gmail.com](mailto:vinicius16na@gmail.com).

<sup>70</sup> Bióloga pela UNESP, mestranda em Genética no Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP, [marielly.campos@unesp.br](mailto:marielly.campos@unesp.br).

<sup>71</sup> Bióloga pela UFSCar, mestre e doutora em Genética e Evolução pela UFSCar e docente do Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP, [a.wasko@unesp.br](mailto:a.wasko@unesp.br).

taught were highlighted, such as cellular organization, genetic diversity and inheritance linked to sex. In the third grade of high school, there was a considerable increase of topics already studied, with the inclusion of content such as genes, mitosis and meiosis. In all grades of high school, most activities were carried out on a theoretical basis. For students in the three grades of high school and for all topics of genetics questioned, the higher frequency of practical classes correlated with the greater understanding of the students. We concluded that the effective appropriation of the Genetics contents, including some controversial ones, goes beyond concepts at school.

**Keywords:** Cytogenetics. Scientific Divulgation. Teaching-Learning.

## 1. Introdução

No Brasil, o envolvimento de estudantes de Ensino Médio com a aprendizagem é um desafio, o que pode ser explicado por diversos fatores, como ausência de atividades inovadoras em sala de aula, infraestrutura escolar inadequada, excessivo número de estudantes por turma e baixa qualificação de professores. A educação básica brasileira em ciências tem muito o que melhorar ainda, considerando os resultados do Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, na sigla em inglês) de 2015, os quais apontam uma queda do país no ranking mundial, ficando na 63ª posição em ciências, num total de 70 países avaliados. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para todas as disciplinas até 2017 também aponta para um cenário preocupante no Brasil, em especial no que se refere ao Ensino Médio.

Dentre tais disciplinas, incluem-se as voltadas às Ciências da Natureza, cuja apropriação de conhecimentos básicos começa na escola e ajuda na cidadania dos jovens para que possam se posicionar criticamente diante de questões médico-sanitárias, de saúde individual e coletiva, agrícolas e de sustentabilidade ambiental (PALEARI, 2011). Atualmente, considera-se que, dentro de Ciências Naturais, a Genética é uma das áreas de maior crescimento, sendo seus conhecimentos dobrados a cada 2 anos (GRIFFITHS et al., 2016). Apesar de todo esse avanço, a comunicação com a sociedade ainda é distante. Isso pode ser observado pelos conteúdos de Genética, presentes nos currículos do Ensino Médio do Estado de São Paulo – embora esses sejam considerados pelos adolescentes como muito interessantes, são também muito complexos e de difícil entendimento (CAMPOS, 2019).

Além do ambiente escolar, em grande parte da sociedade há falta de compreensão de conhecimentos básicos sobre Genética, assim como a relação desses conhecimentos com produtos biotecnológicos, como alimentos transgênicos, terapias de células-tronco e biomarcadores (SANTOS et al., 2015). A compilação e discussão de informações sobre percepção de Genética subsidiam não somente atividades de popularização científica, como também consolidam a universidade como instituição de pesquisa e extensão, auxiliadora na resolução de problemas de educação básica.

Nesse contexto, investigamos a percepção de estudantes do Ensino Médio sobre conteúdos curriculares de Genética que se mostram de maior dificuldade para aprendizagem e que geram maior curiosidade.

## **2. Metodologia**

Durante 2019, foram realizados levantamentos com estudantes do Ensino Médio de escolas públicas que fazem parte da Regional de Ensino da Cidade de Botucatu, SP, compreendendo 32 instituições. Levantamos os dados através de questionários aplicados com estudantes das três séries do Ensino Médio, seguindo as Normas do Sistema Plataforma Brasil, com supervisão do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) relacionado a pesquisas com seres humanos da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB) da UNESP. Adicionalmente, cada estudante participante (ou seu representante legal ou responsável) assinou um termo de consentimento livre e de esclarecimento (TCLE), de acordo com a resolução 466/2012. Perguntamos aos estudantes se já tinham tido contato com diferentes tópicos de Genética, se esse contato foi por aulas teóricas e/ou práticas, e se aprenderam ou não.

Dentre esses tópicos, presentes no Currículo do Estado de São Paulo, estão: organização celular, mitose, meiose, estrutura do DNA e RNA, Leis de Mendel, genótipo, fenótipo, tipos de alelos, sistemas sanguíneos, heranças, mutações, síndromes genéticas, alterações cromossômicas, diversidade genética, fases da síntese proteica, clonagem, transgênicos, células-tronco e PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). Os questionários com todos os tópicos que fazem parte do conteúdo curricular do Ensino Médio foram distribuídos a 220 estudantes da rede estadual da região, durante atividades do Programa de Extensão Universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência na UNESP: Interação entre Pós-Graduação e Ensino Básico”, realizadas no período de 28 de janeiro a 2 de fevereiro de 2019 (Figura 1).

**O QUE VOCÊ REALMENTE SABE SOBRE GENÉTICA?**

POR GENTILEZA, PREENCHA O QUESTIONÁRIO ABAIXO.

VOCÊ NÃO PRECISA SE IDENTIFICAR (NINGUÉM VAI SABER SEU NOME!)

**SEJA SUPER SINCERO EM SUAS RESPOSTAS** - ESSAS INFORMAÇÕES SERVIRÃO PARA QUE POSSAMOS SABER O QUE VOCÊ APRENDE NA ESCOLA E PARA MELHORAR O ENSINO DE GENÉTICA EM NOSSOS CURSOS DE FÉRIAS DA UNESP

Nome da escola em que você estuda: \_\_\_\_\_

Ano em que você está na escola: 1º. ano do EM ( ) 2º. ano do EM ( ) 3º. ano do EM ( )

Cidade em que você mora: \_\_\_\_\_

Sua idade: \_\_\_\_\_ Sexo: Feminino ( ) Masculino ( )

1. Assinale abaixo (faça um X) as alternativas que você considerar adequadas para nos mostrar o que você já estudou em sua escola, como foram suas aulas e o que você considera que realmente tenha aprendido. **VOCÊ PODE ASSINALAR MAIS DE UMA ALTERNATIVA PARA CADA TEMA DE GENÉTICA.**

TEMA DE GENÉTICA	Ainda NÃO estudei esse tema na escola	SIM, já estudei esse tema na escola	Estudei esse tema por meio de aulas TEÓRICAS	Estudei esse tema por meio de aulas PRÁTICAS	Considero que eu NÃO APRENDI direito esse tema	Considero que eu APRENDI SIM esse tema
ORGANIZAÇÃO CELULAR						
MITOSE						
MEIOSE						
1ª. E 2ª. LEIS DE MENDEL						
FENÓTIPO						
GENÓTIPO						
DIVERSIDADE GENÉTICA						
GENE						
ALELOS						
ALELO DOMINANTE						
ALELO RECESSIVO						
ALELOS MÚLTIPLOS						
INTERAÇÕES ALÉLICAS						
INTERAÇÕES GÊNICAS						
SISTEMA SANGUÍNEO ABO						
SISTEMA SANGUÍNEO RH						
HERANÇA LIGADA AO SEXO						
MUTAÇÃO						
ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS NUMÉRICAS						
ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS ESTRUTURAIS						
SÍNDROMES GENÉTICAS						
ESTRUTURA DO DNA						
ESTRUTURA DO RNA						
DUPLICAÇÃO						
TRANSCRIÇÃO						
TRADUÇÃO						
PCR (REAÇÃO EM CADEIA DA POLIMERASE)						
MARCADORES MOLECULARES						
TESTE DE PATERNIDADE						
CLONAGEM						
TRANSGÊNICOS						
CÉLULAS-TRONCO						
EVOLUÇÃO HUMANA						

(continua na parte de trás da folha)

Figura 1: Questionário elaborado para levantamento de dados acerca do ensino-aprendizagem de temas da área de Genética no Ensino Médio.

Em seguida, realizamos estatísticas descritivas de acordo com cada categoria de resposta e geramos gráficos que demonstram os dados levantados em cada série. Foram gerados gráficos sobre temas estudados ou não, assim como gráficos sobre os temas estudados de forma teórica ou prática e em qual forma aprenderam mais.

### 3. Resultados e Discussão

Dos 220 questionários distribuídos nas séries do Ensino Médio, 128 estudantes de 30 escolas da regional devolveram preenchidos. Desses questionários respondidos, 35 foram do 1º ano, 45 do 2º ano e 48 do 3º ano. Para estudantes do primeiro e segundo anos do Ensino Médio, predominaram tópicos que não foram ministrados em aulas, como alelos, interações alélicas, interações gênicas, transcrição, tradução e PCR (Figuras 2 e 3). Para os mesmos estudantes das duas séries, destacaram-se outros tópicos que tinham sido ministrados, como organização celular, diversidade genética e herança ligada ao sexo (Figuras 2 e 3).

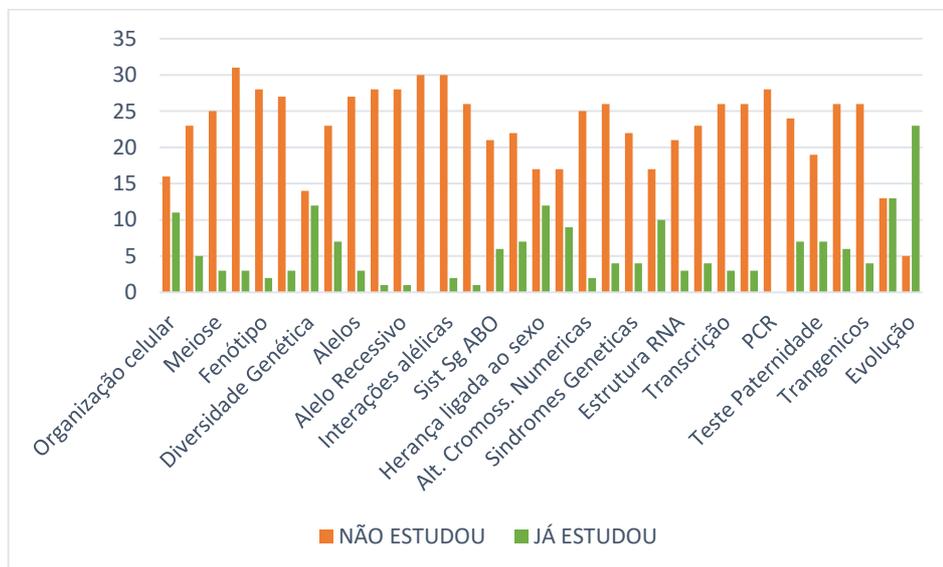


Figura 2: Número de alunos do 1º ano do Ensino Médio que já estudaram ou que ainda não estudaram temas específicos de Genética.

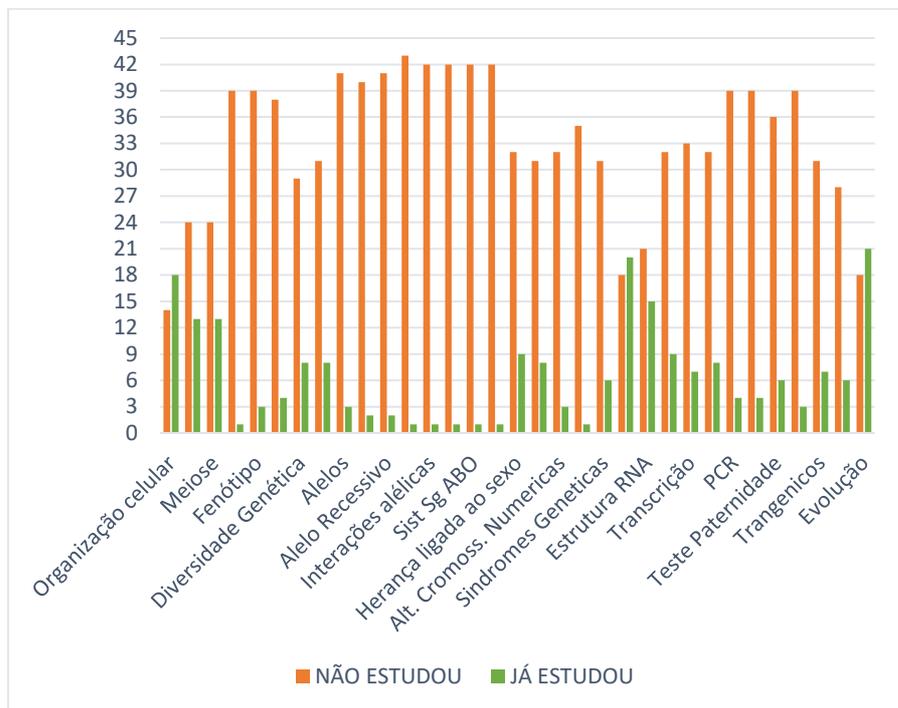


Figura 3: Número de alunos do 2º ano do Ensino Médio que já estudaram ou que ainda não estudaram temas específicos de Genética.

Na terceira série do Ensino Médio, observou-se um considerável aumento no número de tópicos já estudados, com a inclusão de conteúdos como genes, mitose e meiose. Entretanto, destacaram-se tópicos que permaneceram mal compreendidos até o fim do Ensino Médio, como alelos, interações alélicas, interações gênicas, cromossomos e suas alterações (Figura 4).

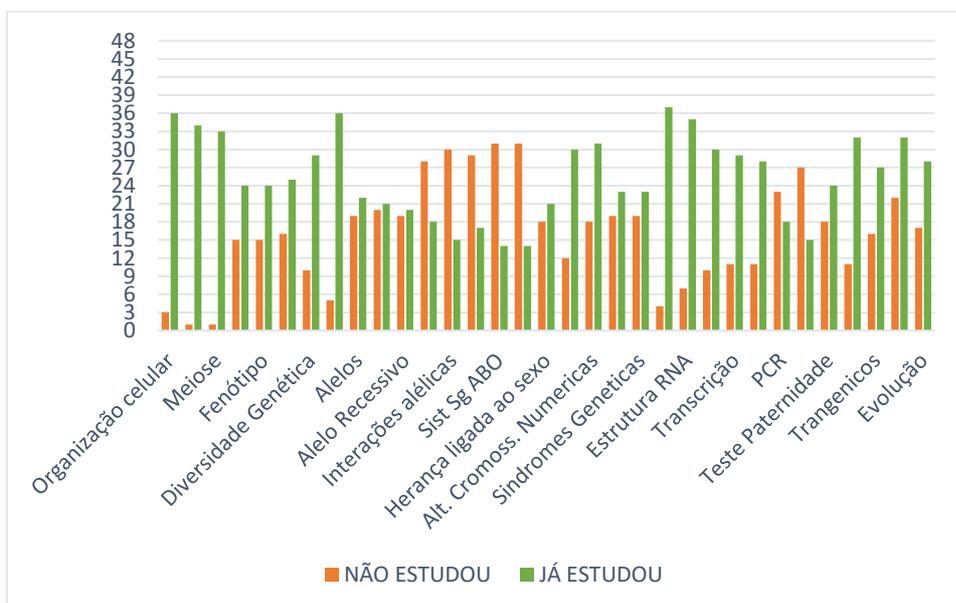


Figura 4: Número de alunos do 3º ano do Ensino Médio que já estudaram ou que ainda não estudaram temas específicos de Genética.

Quanto ao tipo de aula ministrada, verificou-se que, em todas as séries do Ensino Médio, a maior parte das atividades foi realizada de forma teórica. Aulas práticas apareceram de modo mais frequente apenas no terceiro ano, embora ainda sejam ministradas em frequência muito menor do que as aulas teóricas. Para estudantes das três séries do Ensino Médio e para todos os tópicos de Genética questionados, a maior frequência de aulas práticas se correlacionou com a maior compreensão dos estudantes (Figuras 5, 6 e 7).

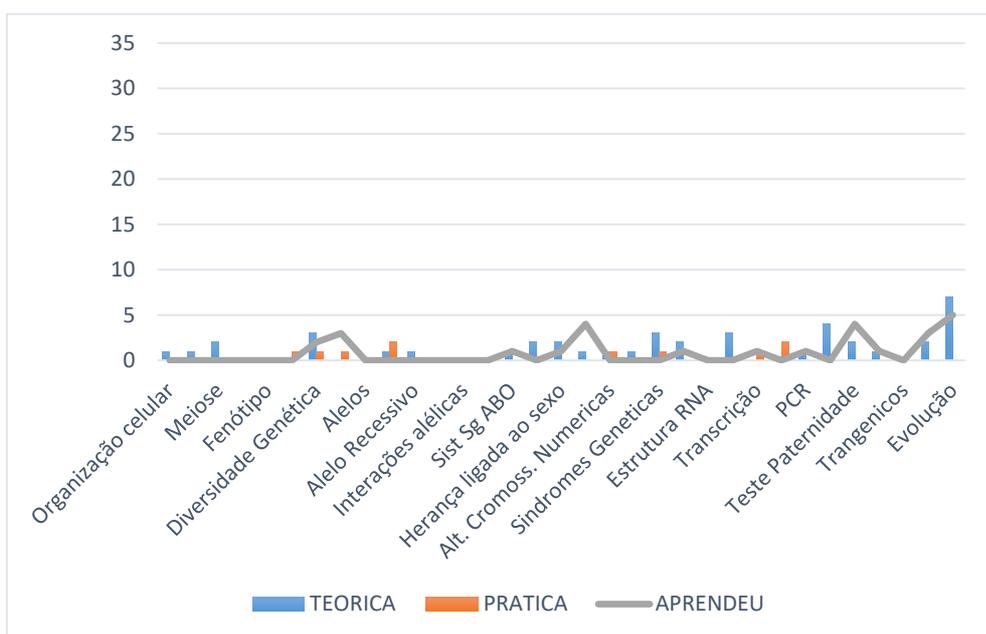


Figura 5: Quantidade de aulas teóricas e práticas ministradas a alunos do 1º ano do Ensino Médio em relação a temas específicos de Genética correlacionada com aprendizagem.

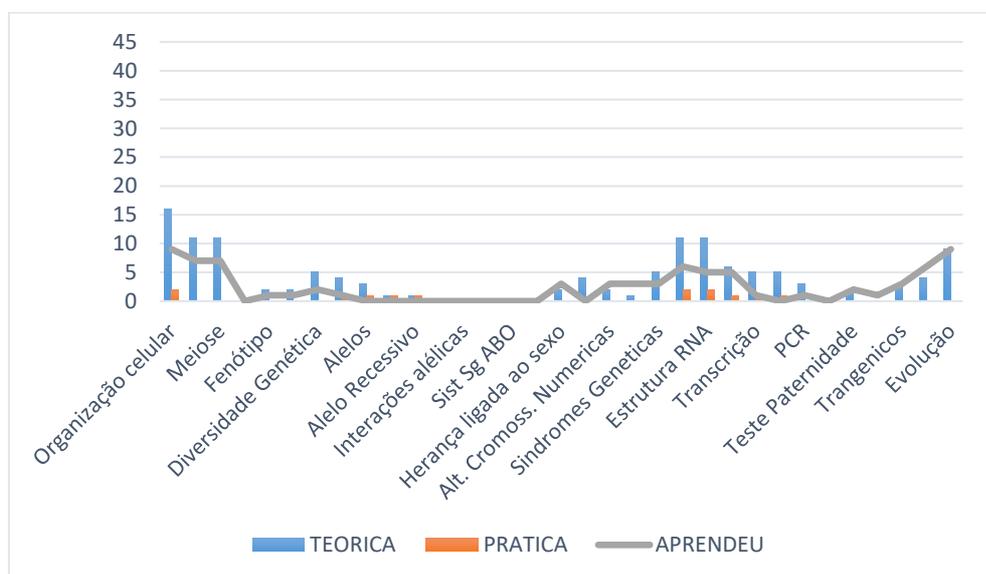


Figura 6: Quantidade de aulas teóricas e práticas ministradas a alunos do 2º ano do Ensino Médio em relação a temas específicos de Genética correlacionada com aprendizagem.

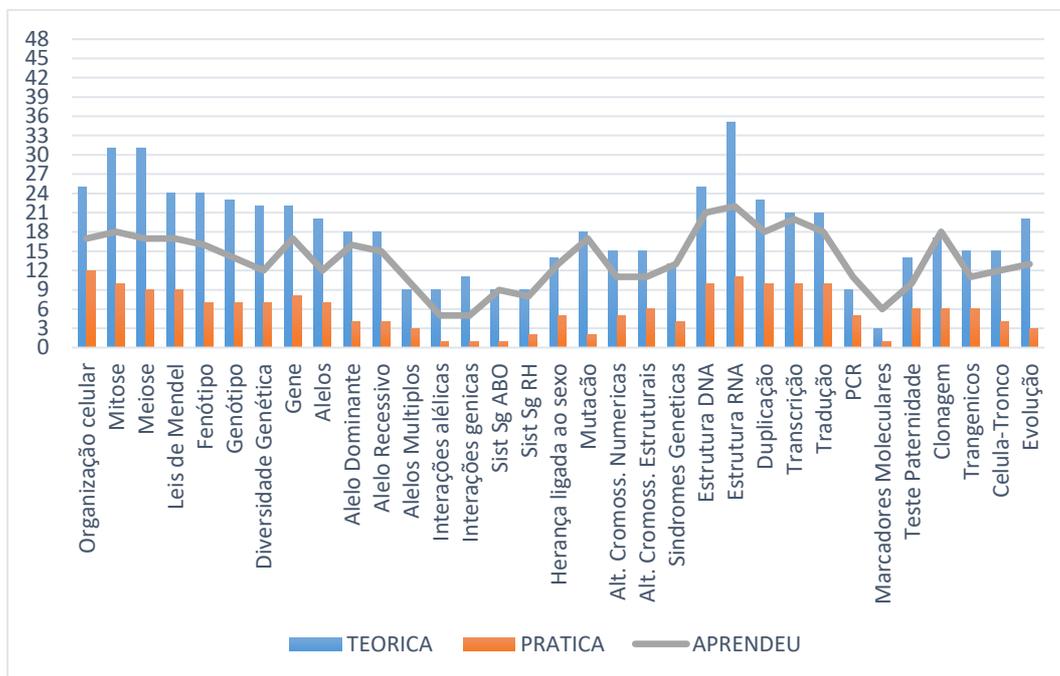


Figura 7: Quantidade de aulas teóricas e práticas ministradas a alunos do 3º ano do Ensino Médio em relação a temas específicos de Genética correlacionada com aprendizagem.

Ressalta-se que não é qualquer prática que favorece a aprendizagem dos estudantes. No caso da Genética, que demanda um alto nível de abstração (CATARINACHO, 2011), é importante que as atividades práticas sejam planejadas para motivar e auxiliar estudantes a abstraírem e interagirem com o que é proposto. Outro fator que compromete a compreensão de Genética no Ensino Médio é a apresentação das informações de forma desatualizada e descontextualizada (GOLDBACH et al., 2015), o que pode ocorrer em aulas teóricas e práticas.

Na escola, um tipo de aula prática geralmente efetivo é o que utiliza materiais interativos como método de ensino-aprendizagem que podem concretizar conceitos abstratos (CALADO et al., 2011). Um exemplo didático e interativo em Genética é o kit de cariótipos humanos (feminino e masculino) com o conjunto cromossômico normal e representações de alterações cromossômicas numéricas e estruturais, que foi desenvolvido por nosso grupo de pesquisa juntamente com estudantes de Ensino Médio (FAPESP, 2019). Esse kit foi aplicado em uma aula-piloto com professores de Biologia e alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio, o que possibilitou uma avaliação diversificada do material, com dúvidas e sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento do protótipo. Embora mais aulas sejam necessárias para testar o kit educativo, verificou-se que nessa turma o material educativo estimulou a curiosidade e a autonomia dos alunos na compreensão de questões relacionadas aos cromossomos.

A experimentação e a discussão do ensino-aprendizagem de Genética é uma constante entre escola e universidade, e a apropriação efetiva dos conteúdos de Genética, incluindo alguns polêmicos, vai além dos conceitos e da escola. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2018), concluímos que, dependendo de como um tema é trabalhado entre professores e estudantes, favorecemos ou não a compreensão e o subsequente desenvolvimento de habilidades associadas às Ciências da Natureza, como autoconhecimento e apoio para cidadania.

### Referências

BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <BNCC\_EI\_EF\_110518\_versaofinal\_site.pdf (mec.gov.br)>. Acesso em: 7 out. 2020.

CALADO, N.V.; COSTA, M.R.B.; CARDOSO, A.M.; PAES, L.S.; MELLO, M.S.V.N. Jogo didático como sugestão metodológica no Ensino Médio. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, p. 92-101, 2011.

CAMPOS, M. *O que você realmente sabe sobre Genética? Uma percepção das demandas educacionais de estudantes do Ensino Médio*. Monografia de Conclusão de Curso. Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, 2019.

CATARINACHO, R.L. *O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula*. Monografia, Universidade Presbiteriana Mackenzie São Paulo, 2011.

FAPESP. Unesp cria kit educativo para ajudar no ensino de genética nas escolas. Agência Fapesp, 2019. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/unesp-cria-kit-educativo-para-ajudar-no-ensino-de-genetica-nas-escolas/30185/>>. Acesso em: 3 set. 2020.

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. In: *Enseñanza de las Ciencias. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, 2015, p.1195-1202. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/294124/382652>>. Acesso em: 16 out. 2020.

GRIFFITHS, A.J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. *Introdução à Genética*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2016, 764 pp.

IDEB. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. 2019. Disponível em: <[https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas\\_e\\_indicadores/resultados\\_indice\\_desenvolvimento\\_educacao\\_basica\\_2019\\_resumo\\_tecnico.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resultados_indice_desenvolvimento_educacao_basica_2019_resumo_tecnico.pdf)>. Acesso em: 29 dez. 2020.

PALEARI, L. M. Introdução. In: PALEARI, L.M.; CAMPOS, R.S.P.; OTSUKA, H.; CARVALHO, M.B. (Org.) *Experimentando Ciência: teorias e práticas para o ensino da biologia*. São Paulo: UNESP, 2011, p. 11-21.

PISA. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ou Econômico (OCDE). 2018. Disponível em: <pisa-2015-results-in-focus.pdf (oecd.org)>. Acesso em: 16 out. 2020.

SANTOS, G.V.; ANDRADE, A.; STRANSKY, B. *Genetics Timeline: desenvolvimento de um recurso educacional e divulgação científica em Biociências*. Anais da X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem, 2015.