

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SHENIA PEDRO BOM DA SILVA

A METODOLOGIA ATIVA E O LÚDICO COMO MÉTODOS ALTERNATIVOS
PARA O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR

CURITIBA-PR

2022

SHENIA PEDRO BOM DA SILVA

A METODOLOGIA ATIVA E O LÚDICO COMO MÉTODOS ALTERNATIVOS
PARA O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR

Tese desenvolvida na linha de pesquisa Ensino de Genética, do Laboratório de Educação Científica (LEC), apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, para obtenção do título de Doutora em Genética.

Orientadora: Prof^a Dr^a Iris Hass.

CURITIBA-PR

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Silva, Shenian Pedro Bom da.

A metodologia ativa e o lúdico como métodos alternativos para o ensino de Genética na educação superior. / Shenian Pedro Bom da Silva. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Orientadora: Iris Hass.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética.

1. Aprendizagem – Estudo e ensino. 2. Genética. 3. Ambiente de sala de aula. 4. Aprendizagem ativa. 5. Jogos. I. Título. II. Hass, iris. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética.

ATA Nº158

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DOUTORADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM GENÉTICA

No dia trinta e um de outubro de dois mil e vinte e dois às 14:00 horas, na sala 65, Setor de Ciências Biológicas _Departamento de Genética, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de tese da doutoranda **SHENIA PEDRO BOM DA SILVA**, intitulada: **A METODOLOGIA ATIVA E O LÚDICO COMO MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR**, sob orientação da Profa. Dra. IRIS HASS. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação GENÉTICA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: IRIS HASS (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), LUCIANE VIATER TURECK (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), LEANDRO SIQUEIRA PALCHA (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), VALÉRIA MARCONDES BRASIL (40022013). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de doutora está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, IRIS HASS, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 31 de Outubro de 2022.

Assinatura Eletrônica

04/11/2022 14:52:03.0

IRIS HASS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

07/11/2022 10:17:22.0

LUCIANE VIATER TURECK

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

04/11/2022 15:36:09.0

LEANDRO SIQUEIRA PALCHA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/11/2022 07:09:55.0

VALÉRIA MARCONDES BRASIL

Avaliador Externo (40022013)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação GENÉTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **SHENIA PEDRO BOM DA SILVA** intitulada: **A METODOLOGIA ATIVA E O LÚDICO COMO MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR**, sob orientação da Profa. Dra. IRIS HASS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 31 de Outubro de 2022.

Assinatura Eletrônica

04/11/2022 14:52:03.0

IRIS HASS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

07/11/2022 10:17:22.0

LUCIANE VIATER TURECK

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

04/11/2022 15:36:09.0

LEANDRO SIQUEIRA PALCHA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/11/2022 07:09:55.0

VALÉRIA MARCONDES BRASIL

Avaliador Externo (40022013)

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Oxalá, que olhou por mim e me abençoou em mais uma jornada, me enviando forças para continuar nas inúmeras vezes que pensei em desistir. Atendeu as minhas orações, me proporcionou sabedoria e serenidade para chegar ao fim e concluir mais essa etapa em vida.

À minha mamuska Kátia e meu padrasto Ribas, que demonstram diariamente seu amor incondicional, dando colo e apoio, me amparando e consolando nos momentos de angústia e choro, frisando sempre o quanto sou capaz e o quanto sentem orgulho de mim.

Às minhas melhores amigas que escutaram por inúmeras vezes meus desabafos e que hoje se orgulham de me ver concluir essa etapa: Ana Claudia Arruda de Mattos Paciornik, Éricka Esteves Quinato, Gisele Da Lozzo Garbelini, Brunna Maria Setti Ximenez, Mariana Marques Barbosa, Jucimara Brudeck Prodlik e Tainah Christina de Moraes Rodrigues.

Aos meus colegas de profissão que se tornaram grandes amigos e deixaram a caminhada mais leve, Fernando Matsubara, Yara de Oliveira Brandão e Ana Cristina Casagrande Vianna, obrigada por todo carinho, apoio e incentivo.

Aos meus alunos e ex-alunos, que estiveram comigo em algum momento destes 13 anos de docência, se não fosse por eles, nada disto faria sentido.

À minha orientadora, Profa. Dra. Iris Hass pela orientação, incentivo, dedicação e carinho. Por acreditar em mim e no meu trabalho. Por me apoiar nas decisões e dificuldades.

Aos profissionais que participaram da minha banca de acompanhamento, Profa. Dra. Lupe Furtado Ale e Profa. Dra. Luciane Viater Tureck, ambas do departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná.

Aos profissionais que participaram da banca da minha qualificação Profa. Dra. Elaine Machado Benelli, do departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Paraná, Profa. Dra. Lupe Furtado Alle, do departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná e Prof. Dr. Luciano Blasius, na época vinculado ao setor de Educação da Universidade Positivo.

Aos profissionais que contribuíram com a banca final, Profa. Dra. Valéria Marcondes Brasil, coordenadora e professora do curso de Pedagogia da Universidade Positivo, Profa. Dra. Luciane Viater Tureck, do departamento de Genética da UFPR, Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha, do departamento de Teoria e Prática de Ensino, da UFPR.

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram.”

Jean Piaget, biólogo, psicólogo e epistemólogo.

RESUMO

Atualmente, as instituições de ensino vêm exigindo do corpo docente a implementação das metodologias ativas no processo de aprendizagem. Estas metodologias, a tempos utilizadas em universidades estrangeiras, vêm sendo difundidas em instituições de Ensino Superior de todo o Brasil. As aulas presenciais, quando interativas e dinâmicas, onde o aluno sai da cômoda posição de expectador, para assumir uma postura que será a chave para a construção do seu conhecimento, tornando-o mais ativo e autônomo, além de gerar um aprendizado mais profundo, significativo e duradouro, os deixam motivados para aprender e para frequentar a faculdade. Para isso, um dos grandes desafios dos profissionais da área de educação superior é organizar suas aulas de forma didática e que substituam as formas tradicionais de ensino, por metodologias ativas, buscando uma mudança na postura do aluno, que chega à universidade sem repertório de estímulo para a construção do conhecimento. Em cursos de graduação na área de Biológicas e da Saúde, os alunos expressam dificuldades e desinteresse nas disciplinas que envolvem temas relacionados à Genética, sendo visto por eles como um assunto bastante abstrato e difícil de compreender. Frente aos relatos apresentados e tendo como público alvo alunos matriculados em uma disciplinas de Genética do curso de Biomedicina de uma instituição privada, este trabalho teve como objetivos: 1. Testar a aplicabilidade e a efetividade de duas metodologias ativas que cabem na modalidade de sala de aula invertida (*Flipped Classroom*) e que visam o protagonismo estudantil: o *Just-in-time teaching* (JiTT) e o *Team based learning* (TBL); 2. Elaborar e testar a eficiência de um jogo sobre regulação da expressão gênica em procariotos, buscando contribuir com o ensino de um tema abstrato. Os dados obtidos em um questionário diagnóstico revelaram que no método JiTT nem todos os alunos que faziam a leitura respondiam as perguntas propostas para o JiTT, pois 60% dos estudantes sentiram-se estimulados em ler o material de apoio antes do encontro presencial, mas apenas 23% aderiram a resolução dos exercícios de aquecimento. Na tentativa de aumentar a dedicação dos alunos ao preparo prévio, associamos ao JiTT o uso da plataforma Mentimeter, trazendo para as aulas a gamificação com estratégia pedagógica. A associação fortaleceu a metodologia JiTT mediante uma maior dedicação dos estudantes aos exercícios de aquecimento, além do grande entusiasmo e satisfação durante as atividades de gamificação, meta que talvez não fosse atingida se o JiTT fosse aplicado separadamente. Para o TBL, 75% dos estudantes concordam que o método contribuiu para sua autonomia e responsabilidade pela aprendizagem, trazendo a tona o protagonismo estudantil; e 83% relatam a importância do método para o incentivo do trabalho em equipe e responsabilidade pela aprendizagem dos colegas, objetivo relevante desta metodologia. Todos os alunos concordaram que o jogo utilizado para ensinar regulação da expressão gênica, serviu como elemento estruturante para a construção do conhecimento de um tema abstratos. Com isso, concluímos que complementar as aulas tradicionais com metodologias ativas de ensino aumentaram o interesse dos alunos na disciplina de Biologia Molecular Aplicada em uma turma de Biomedicina e asseguraram o engajamento dos estudantes, o hábito de estudo, o desenvolvimento de habilidades e a autonomia sobre aprendizagem. Sendo assim, sugerimos o uso do método TBL, a associação da plataforma Mentimeter

ao método JiTT e o método GBL, como recursos para o ensino de genética em cursos de educação superior. As metodologias apresentadas podem ser estendidas à pós-graduações e educação básica (ensino fundamental e médio), bem como para outras áreas de conhecimento, além da Genética.

PALAVRA CHAVE: Ensino sob medida, Aprendizagem baseada em equipes, sala de aula invertida, Aprendizagem baseada em jogos, protagonismo estudantil.

ABSTRACT

Currently, educational institutions are demanding from the teaching staff the implementation of active methodologies in the learning process. These methodologies, used at times in foreign universities, have been disseminated in higher education institutions throughout Brazil. Face-to-face classes, when interactive and dynamic, where the student leaves the comfortable position of a spectator, to assume a posture that will be the key to the construction of his knowledge, making him more active and autonomous, in addition to generating a deeper learning, meaningful and lasting, leave them motivated to learn and attend college. For this, one of the great challenges of professionals in the field of higher education is to organize their classes in a didactic way that replaces traditional forms of teaching with active methodologies, seeking a change in the attitude of the student, who arrives at the university without a stimulus repertoire. for the construction of knowledge. In undergraduate courses in the area of Biology and Health, students express difficulties and lack of interest in disciplines that involve themes related to Genetics, being seen by them as a very abstract subject and difficult to understand. In view of the reports presented and having as its target audience students enrolled in a Genetics course in the Biomedicine course at a private institution, this work had the following objectives: 1. Test the applicability and effectiveness of two active methodologies that fit into the classroom modality. flipped class (Flipped Classroom) and aimed at student protagonism: Just-in-time teaching (JiTT) and Team based learning (TBL); 2. Elaborate and test the efficiency of a game on the regulation of gene expression in prokaryotes, seeking to contribute to the teaching of an abstract theme. The data obtained from a diagnostic questionnaire revealed that in the JiTT method, not all students who did the reading answered the questions proposed for the JiTT, as 60% of the students felt encouraged to read the support material before the face-to-face meeting, but only 23% adhered to the resolution of the warm-up exercises. In an attempt to increase students' dedication to prior preparation, we associated JiTT with the use of the Mentimeter platform, bringing gamification to classes with a pedagogical strategy. The association strengthened the JiTT methodology through greater dedication of the students to the warm-up exercises, in addition to the great enthusiasm and satisfaction during the gamification activities, a goal that perhaps would not have been achieved if the JiTT were applied separately. For TBL, 75% of students agree that the method contributed to their autonomy and responsibility for learning, bringing out student protagonism; and 83% report the importance of the method for encouraging teamwork and responsibility for colleagues' learning, a relevant objective of this methodology. All students agreed that the game used to teach regulation of gene expression, served as a structuring element for the construction of knowledge of an abstract theme. Thus, we concluded that complementing traditional classes with active teaching methodologies increased students' interest in the discipline of Applied Molecular Biology in a Biomedicine class and ensured student engagement, study habits, skills development and autonomy over learning. Therefore, we suggest the use of the TBL method, the association of the Mentimeter platform with the JiTT method and the GBL method, as resources for teaching genetics in higher education courses. The methodologies presented can be extended to post-

graduate courses and basic education (elementary and high school), as well as to other areas of knowledge, in addition to Genetics.

KEYWORD: *Just-in-time teaching, Team based learning, flipped classroom, Game based learning, student protagonism.*

LISTA DE FIGURAS

Seção 7 – Resultados

Figura 1 – Peças impressas que compõem um kit do jogo sobre regulação da expressão gênica em organismo procarioto..... **112**

Seção 8 – Discussão

Figura 2 – Esquema das etapas que compreendem o método *just-in-time teaching*, antes da aula presencial e durante a aula presencial **114**

Figura 3 – Representação lúdica e esquemática das etapas que compõem a metodologia *Team Based Learning* **119**

LISTA DE GRÁFICOS

Seção 7.1 – Do questionário diagnóstico

Gráfico 1: A. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a leitura prévia do conteúdo, em capítulos de livros didáticos digitais sugeridos; B. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a realização prévia do questionário de estudo dirigido (QED); C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação contribuição do método para melhor compreensão do conteúdo.	104
Gráfico 2: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método JiTT na educação	104
Gráfico 3: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs) auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”	105
Gráfico 4: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas.”; Afirmativa 3) “A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura.”; Afirmativa 4) “A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me favoreceu na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva.”; e Afirmativa 5) “A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos de forma autônoma.”	105
Gráfico 5: A. Avaliação em porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação ao uso do TBL para fixação do conteúdo; B. Avaliação em porcentagem sobre a visão dos alunos em trabalhar em equipes para discussão das questões do TBL. C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos quanto ao uso de artigos científicos para acréscimo de conhecimento	107
Gráfico 6: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método TBL na educação	107
Gráfico 7: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”	108

Gráfico 8: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A metodologia aplicada me ajudou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento”; Afirmativa 3) “A leitura de material extra classe para realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas”; Afirmativa 4) “A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha própria aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.”**109**

Gráfico 9: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A utilização de material lúdico auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.” **110**

Gráfico 10: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “O lúdico serviu como elemento estruturante para a construção do conhecimento de um tema abstrato.”; Afirmativa 3) “É uma boa estratégia de aprendizagem, pois agrega conhecimento de maneira divertida e prazerosa.”; Afirmativa 4) “A metodologia gera um ambiente mais leve e propício para a aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O material lúdico utilizado durante a aula de expressão gênica era colorido e atrativo.” **110**

LISTA DE QUADROS

Sessão 6.1 - Orientações para o professor

Quadro 1 - Etapas que envolvem o uso da metodologia JiTT associada a plataforma Mentimeter, e as orientações necessárias para desenvolvimento de cada uma das etapas **97**

Quadro 2 - Etapas que envolvem o uso da metodologia TBL, e as orientações necessárias para desenvolvimento de cada uma das etapas **99**

LISTA DE SIGLAS

ABE – Aprendizagem baseada em equipes.
AmEG – Ambientes e expressão gênica.
AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem.
EsM – Ensino sob medida.
IES – Instituição de ensino superior.
iRAT – Individual Readiness Assurance Test.
JiTT – Just-in-Time Teaching.
LEC – Laboratório de Educação Científica.
PBL – Atividades baseadas em projetos
PCR – Reação em cadeia de polimerase.
PI – Instrução entre pares.
QED – Questões de estudo dirigido.
RAT – Readiness Assurance Test.
TBL – Team based learning
TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação.
tRAT – Team Readiness Assurance Test.
UFPR – Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
2.	REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1	O ensino Universitário	26
2.2	O ensino de Genética	28
2.3	As metodologias ativas	31
2.3.1	O método <i>Just-in-time teaching</i> (JiTT)	35
2.3.2	O método <i>Team based learning</i> (TBL)	38
2.3.3	A plataforma Mentimeter	42
2.3.4	O método <i>Game based learning</i> (GBL)	44
3.	OBJETIVOS	49
4.	JUSTIFICATIVA	50
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	52
5.1	Público	52
5.2	O jogo sobre regulação da expressão gênica em procariotos	52
5.3	O método <i>Just-in-time teaching</i> + Mentimeter	53
5.4	O método <i>Team based learning</i>	55
5.5	Junção das metodologias	57
5.6	Questionário diagnóstico	57
6.	DESENVOLVIMENTO	59
6.1	Metodologias ativas no Ensino Superior: um relato de experiência.....	59
	Resumo	59
	Introdução	61
	Metodologias	64
	Resultados	69
	Discussão	72
	Conclusão	82
	Referências Bibliográficas	83
	Legenda dos gráficos e figuras	87
	Gráficos	88
	Figuras	91
	Anexo I: Questionário aplicado no 1º semestre	92
	Anexo II: Questionário aplicado no 2º semestre	93
	Anexo III: Gabarito para o teste de garantia de preparo do TBL	95

Anexo IV: Orientações para o professor	97
7. RESULTADOS	103
7.1 Dos questionários diagnóstico	103
7.1.1 Avaliação do método <i>Justi-in-time teaching</i> no 1º semestre	103
7.1.2 Avaliação do método <i>Justi-in-time teaching</i> no 2º semestre	104
7.1.3 Avaliação do método <i>Team based learning</i> no 1º semestre	106
7.1.4 Avaliação do método <i>Team based learning</i> no 2º semestre	108
7.1.5 Avaliação do material didático do tipo jogo no 2º semestre	109
7.2 Das percepções do professor	111
8. DISCUSSÃO	113
8.1 <i>Just-in-time teaching</i> + Mentimeter	113
8.2 <i>Team based learning</i>	118
8.3 <i>Game based learning</i>	122
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
10. CONCLUSÕES	129
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
12. ANEXOS	142
12.1 Questionário aplicado no primeiro trimestre do ano letivo de 2019	142
12.2 Questionário aplicado no primeiro trimestre do ano letivo de 2019	144
12.3 Gabarito para o teste de garantia de preparo do método TBL	147
13. MATERIAL SUPLEMENTAR	149
13.1 AmEG: Ambientes e expressão gênica	149

1. INTRODUÇÃO

Vista por muitos estudantes do Ensino Superior como uma barreira em sua trajetória educacional, por se tratar de uma disciplina que trata de assuntos bastante abstratos, com terminologias complexas e de difícil compreensão, a genética se torna um assunto frequente entre veteranos e calouros, iniciando um trauma antes mesmo do início da disciplina em si. Não se sabe ao certo o porquê de tanta dificuldade para compreender os assuntos relacionados à área da Genética, talvez seja por esta disciplina apresentar um grau de raciocínio complexo exigindo do aluno conhecimentos prévios e uma base teórica mais elevada (MOREIRA; SILVA, 2001; CANAL; BASTOS, 2001), ou por muitas vezes apresentar ligações com outras disciplinas que também são consideradas complexas, tais como biologia celular, bioquímica e biologia molecular (CARBONI; SOARES, 2001; SANTOS *et al.*, 2010), e quem sabe ainda, pela falta de uma metodologia adequada que facilite o processo ensino aprendizagem da disciplina em questão (SILVA; KALHIL, 2017).

A Genética é uma disciplina presente em diversos cursos da área de Biológicas e da Saúde, que atrai diferentes públicos e este interesse relaciona-se com o fato de seus temas estarem frequentemente presentes na mídia e por tratarem de assuntos relativamente interessantes para os alunos e para a população em geral, tais como: organismos geneticamente modificados, fertilização *in vitro*, clonagem de organismos, desenvolvimento de célula tronco, investigações forense, vacinas modernas de RNA mensageiro, mutações, entre outros. De maneira geral a crescente importância da genética em nossa vida requer maior atenção ao estudo desta disciplina em nosso sistema educacional, sendo preciso um bom conhecimento dos temas para que os alunos sejam capazes de interpretar assuntos relacionados e se posicionar criticamente frente às discussões (CAMPOS *et al.*, 2003).

Desde meados do século passado, o processo de ensino e aprendizagem vem sendo objeto de diversos estudos de âmbito nacional e internacional, o que tem contribuído para a melhoria do ensino de maneira geral. Os profissionais da área da educação vêm percebendo a disseminação de alunos com falta de interesse pelos estudos, com a acomodada posição passiva de aprendizagem e com afastamento total de autonomia na construção dos conhecimentos. A evolução tecnológica, junto às mudanças sociais, faz com que a organização atual das instituições de ensino,

não atendam às necessidades reais dos alunos, provocando falta de interesse pelo ensino, pelos conteúdos e pela forma como os professores conduzem suas aulas (SANTOS; SOARES, 2011).

No processo educacional do século XXI, onde a maioria dos estudantes são “nativos digitais”, nascidos a partir da década de 2000 e pertencentes a geração Z (PRENSKY, 2001), é esperado uma nova versão das instituições de ensino, que vão além dos paradigmas tradicionais e fazem uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), no constante desafio de lecionar em plena Era Digital (PRADO, *et al.* 2017). Em uma sociedade atualmente global e digitalizada, onde a velocidade da transmissão das informações é tão rápida quanto a produção das mesmas (SILVA, 2022), as informações estão facilmente disponíveis aos alunos, e o papel do educador passa a ser o de orientar e mediar informações realmente relevantes para a prática educativa (GABRIEL, 2013).

O protagonismo dos estudantes é uma das grandes características da educação no século XXI, e para isso, os docentes devem estar atentos às metodologias ativas, que apresentam um papel importante, visto que estimulam a autonomia (DEBALDE; GOLFETO, 2015). A autonomia reflete a ideia de um sujeito ativo, contrapondo a passividade e, por vezes, assumindo e desenvolvendo sua criticidade e participação na construção do conhecimento (BLANDO, 2022). Em sala de aula, a característica principal da aprendizagem ativa consiste em reduzir as palestras unidirecionais evitando que os alunos ouçam passivamente, e fomentar as atividades nas quais os alunos desenvolvam ativamente sua própria compreensão, devendo ser aplicadas com mais frequência (ANDREWS *et al.*, 2011).

Os alunos que ingressam nas Universidades vêm de uma realidade em que não há grande estímulo à construção do conhecimento. Até o Ensino Médio, o estudante brasileiro é, quase sempre, treinado para memorizar e repetir fórmulas, aumentando suas chances de aprovação em um exame vestibular. Após o ingresso no Ensino Superior, há uma reviravolta da realidade, onde o aluno, até então mero ator, encenando aquilo que lhe era determinado, precisa passar a ser também autor de sua história acadêmica, participando de forma ativa na construção de seus conhecimentos. Visando atingir esse objetivo, faz-se necessário a quebra de paradigmas até então apresentados aos alunos: eles devem sair da cômoda posição de expectador, para assumir uma postura que será a chave para a construção do

seu conhecimento. O aluno, então, passará a ser autônomo. Assumir o papel autônomo, tão essencial ao estudante, é complexo, e haverá inúmeras dificuldades a serem rompidas. É neste momento que as instituições formadoras devem repensar as suas práticas pedagógicas, na tentativa de se aproximarem da realidade social e de motivarem o corpo docente e discente a programarem novas redes de conhecimento (MITRE *et al.*, 2008, p. 2135).

Na educação superior, um dos grandes desafios é encontrar um caminho motivador para que o aluno desperte, saia do estado de repouso, de espectador, e desenvolva habilidades para atuarem no mercado de trabalho com competência e autonomia (PINTO, *et al.*, 2012). Visando contribuir para o debate sobre a importância de inovação na educação superior, Masseto (2004) destaca a necessidade de complementar a metodologia tradicional, baseada apenas em aulas expositivas, com metodologias que envolvam a participação ativa do aluno, estimulando os mesmos a terem mais responsabilidade pela própria aprendizagem (MASSETO, 2014). A aprendizagem ativa é baseada na teoria construtivista – a ideia de que os alunos devem criar seu próprio conhecimento para que o hábito de aprender persista por mais tempo (DORI; BELCHER, 2005). Os impactos positivos da aprendizagem ativa sobre a palestra estão tão bem documentados, indicando que pesquisas futuras devem se concentrar na efetividade de diferentes abordagens de aprendizagem ativa (FREEMAN *et al.*, 2014).

Muitos trabalhos são publicados descrevendo diferentes metodologias para o ensino de genética no Brasil. Dentre as diversas temáticas abordadas, a que aparece com maior frequência está voltada para os conceitos básicos da genética; e dentre as variadas metodologias adotadas, os jogos, atividades práticas e modelos didáticos ocupam as primeiras posições no ranking de publicações. Os jogos didáticos auxiliam na compreensão de conteúdos difíceis e permitem que os alunos participem ativamente da construção do seu próprio conhecimento. As atividades práticas buscam investigar e questionar as ideias prévias dos alunos sobre determinados conceitos científicos, podem vir a favorecer a mudança conceitual, contribuindo para a construção de conceitos. Os modelos didáticos geram maior compreensão, além de possibilitarem a realização de uma explicação prática, sem necessitar de um laboratório e de bons equipamentos. Os autores concluem que adotar metodologias ativas ressignifica o ensino de Genética, saindo de uma

disciplina desafiadora para uma disciplina inovadora em suas estratégias de ensino (LOPES; GÜLLICH, 2019).

Embora Moran (2018, p.3) explique que toda aprendizagem requeira do aprendiz e do docente formas diferentes de movimentação interna e externa, de motivação, interpretação, avaliação e aplicação, sendo de maneira geral, ativa em algum grau, é na tentativa de dar um foco maior no aluno, o tornando mais autônomo, que as metodologias ativas ganham força. Entende-se como metodologias ativas, qualquer forma de ensino ativo, que coloca o aluno no centro da aprendizagem e pertencente ao processo educacional.

A escolha do tema para o desenvolvimento desta tese ocorreu pois ao ingressas no quadro docente do curso de Biomedicina de uma Instituição de Ensino Superior (IES) na cidade de Curitiba – PR, detectei que parte dos alunos apresentavam pouco interesse na disciplinas de Genética, declínio na adesão de resolução das atividades propostas, pouca leitura, ausência de dúvidas ou curiosidades nos encontros presenciais e baixa participação nas aulas, além de possuírem um número significativo de alunos matriculados na disciplina por repetência em anos anteriores. Há também uma constante fala das coordenações de curso, orientando a necessidade de inserir as metodologias ativas como uma estratégia pedagógica, sendo necessário que o docente planeje suas aulas e busque por métodos de ensino que envolvam a participação ativa do aluno, onde a responsabilidade pela aprendizagem depende diretamente de sua atividade.

Com a oportunidade de realizar o Doutorado, no Laboratório de Educação Científica (LEC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pesquisar sobre metodologias que contribuíssem para o protagonismos dos estudantes e que auxiliassem no ensino de Genética foi o objetivo principal. Ao longo do levantamento bibliográfico, ao apresentar afinidade pelas metodologias *just-in-time teaching* (JiTT) e *team based learning* (TBL), e por encontrar poucos registros sobre a aplicação das mesmas para o ensino de Genética, me senti motivada a inseri-las ao meu planejamento, a fim de verificar a eficiência dos métodos e a aceitação dos alunos, frente ao seguinte questionamento: Será que é possível melhorar o envolvimento e o interesse dos alunos de graduação quanto aos assuntos de genética utilizando o JiTT e o TBL como metodologias ativas?

Outro ponto relevante e foco desta tese, é que dentre as disciplinas que envolvem a ciência Genética e que fazem parte do currículo de cursos do ensino superior de áreas de Biológicas e da Saúde, a Biologia Molecular, por se dedicar ao estudo da estrutura, síntese e função de biomoléculas, foca processos microscópicos, o que torna a disciplina abstrata e por vezes dificulta sua compreensão. Na tentativa de reduzir a abstração dos mecanismos e aplicabilidade moleculares, jogos, práticas, modelos didáticos e outras atividades ativas estão publicados no periódico Genética na Escola, e podem auxiliar em conteúdos como: recombinação do material genético (PAVAN, 2006); estrutura do DNA (SEPEL; LORENZO, 2007; MOLL; LORENTI, 2014); eletroforese (MARTINES; PAIVA, 2008); transgênicos (PAIVA *et al.*, 2008); teste de paternidade (OLIVEIRA; SILVEIRA, 2010; CAMPOS *et al.*, 2010); código genético (FERNANDES *et al.*, 2011); mutações e danos no DNA (SILVA, 2013; LIMA, 2014); estrutura e conceito de gene (GUIMARÃES *et al.*, 2014); sequenciamento (ANTUNES *et al.*, 2014); código de barras de DNA (SOUZA *et al.*, 2015); bioinformática (PACHECO *et al.*, 2015); elementos de transposição (FERNANDES *et al.*, 2016); síntese proteica (SANTOS; GALEMBECK, 2016; NONOHAY, *et al.* 2021); relação genes e ambientes (ALLE, *et al.*, 2016); análises forenses (DEGRANDI *et al.* 2022), entre outros.

Após o levantamento feito no periódico Genética na Escola, detectamos a ausência de materiais didáticos que abordem um tema muito importante na Biologia Molecular: a regulação da expressão gênica. Indispensável para a compreensão de como a informação genética flui do DNA ao fenótipo, e como regular genes é um mecanismo importante para os organismos, buscamos contribuir com a riqueza de materiais presentes no periódico, propuzemos a elaboração e produção de um jogo como alternativa metodológica para o processo de ensino ativo, que pode ser usado por professores do ensino superior, buscando responder a seguinte pergunta: É possível envolver os alunos no ensino de genética e reduzir a abstração do conteúdo sobre regulação da expressão gênica em organismos procariotos utilizando o jogo como recurso pedagógico?

Os métodos de ensino com participação do aluno, onde a responsabilidade pela aprendizagem depende diretamente de sua atividade, requer o envolvimento e compromisso para gerar um aprendizado mais profundo, significativo e duradouro. Nesta nova abordagem, o protagonista da aprendizagem é o próprio aprendiz. O

papel do professor é acompanhar, orientar, avaliar e apoiar. Assim, o profissional da área da Educação dá lugar ao aluno, que está conquistando autonomia e independência em sua aprendizagem. Os professores devem gerar aprendizado nos alunos, mas não qualquer tipo de aprendizado, deve ser um aprendizado que faça com que eles continuem aprendendo autonomamente durante toda a sua vida (FERNÁNDEZ, 2006).

Os resultados encontrados nesta tese poderão contribuir para a disseminação do uso de metodologias ativas em cursos na área de graduação e pós-graduação, pois auxilia no despertar da curiosidade e interesse, já que os recursos apresentados pelas metodologias, como o estudo prévio, os exercícios de aquecimento, os testes e a tomada de decisões, preparam o aluno para discussões e descobertas futuras. Visando obter uma melhor participação dos estudantes durante os encontros presenciais, aumentar o interesse pelo ensino de genética e reduzir a abstração de temas, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver, aplicar e avaliar três metodologias ativas em uma turma de Biomedicina durante a disciplina de Biologia Molecular Aplicada no ano letivo de 2019: o método *Just-in-time teaching* (JiTT), o método *Team based learning* (TBL), e o método *Game based learning* (GBL).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O ENSINO UNIVERSITÁRIO

Nos últimos anos, os profissionais da área da educação vêm percebendo de forma difundida, que os alunos retratam a falta de interesse pelos estudos e a falta de autoridade na construção dos conhecimentos. A evolução tecnológica, junto às mudanças sociais, faz com que a organização atual das instituições de ensino, não atendam à necessidade real dos alunos, provocando falta de interesse pelo ensino, pelos conteúdos e pela forma como os professores conduzem suas aulas (SANTOS; SOARES, 2011). Um dos grandes desafios dos docentes de educação superior é encontrar um caminho motivador para que o aluno desperte e saia do estado de repouso, de espectador, e desenvolva habilidades para atuarem no mercado de trabalho com competência e autonomia (PINTO *et al.*, 2012).

As primeiras décadas do século XXI podem ser consideradas de experiências inovadoras no ensino superior brasileiro, motivadas pela utilização das metodologias ativas de aprendizagem na produção do conhecimento (DEBALD; GOLFETO, 2015). Tendo como princípio básico para o modelo ideal de inovação o protagonismo e a autonomia, é esperado que o estudante universitário seja ativo e engajado diante de sua aprendizagem, atividades acadêmicas e construção de uma carreira profissional. Um estudante que se coloca como protagonista de sua aprendizagem é curioso, é alguém que busca constantemente aprender, é preocupado e confiante em relação ao futuro acadêmico e profissional (BLANDO, 2022).

Segundo Gadotti (2000), “o educador tem o dever de mostrar como suas ideias podem ser postas em prática. Não pode satisfazer-se apenas com a teoria. Não pode apenas apontar perspectivas”. Ainda neste sentido, sabemos que há um predomínio de aulas expositivas, pautadas na transmissão de informações pelo professor. A falta de contextualização é um problema enfrentado por diversas áreas e disciplinas, inclusive no ensino de Genética. Na educação superior, o desafio de ensinar é ainda mais preocupante, uma vez que esse nível de ensino envolve a formação de profissionais que atuam diretamente na sociedade (GADOTTI, 2000). No artigo 43 da Lei de Diretrizes e Base da Educação/LDB (Lei nº 9.394/1996), de acordo com seu inciso I e II, a educação superior tem por finalidade “estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo” e visa “formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a

inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua” (BRASIL, 1996). Sendo assim, um dos objetivos do ensino superior é formar cidadãos e pessoas capacitadas ao exercício de suas profissões nos diferentes campos de trabalho, contribuindo com o desenvolvimento da sociedade.

Masseto (2004), visando contribuir para o debate atual sobre a importância de inovação na educação superior, destaca a substituição do papel do professor de ministrador de aulas e transmissor de informações para o papel de mediador pedagógico, desenvolvendo relação de parceria e corresponsabilidade com seus alunos, além da necessidade de complementar a metodologia tradicional, baseada apenas em aulas expositivas, com metodologias que estimulem o protagonismo do aluno, possibilitando sua participação no processo de aprendizagem.

O protagonismo tem como característica central a realização de atividades diversas, através de metodologias ativas, e para que esse protagonismo seja realmente exercido, cabe ao estudante desempenhar seu papel, através de uma participação bem sucedida nas atividades propostas pelo docente (DEBALD; GOLFETO, 2015). Alguns desafios apontados por Volkweiss e colaboradores (2019) em ensinar no contemporaneidade é a falta de interesse, empenho, esforço, dedicação, comodismo e procrastinação dos estudantes. Para acompanhar essa evolução, o uso das metodologias ativas ajudam a transformar esse paradigma, retirando os estudantes da passividade. De maneira geral, o professor torna-se um facilitador, mas são os estudantes que guiam os seus próprios processos (VOLKWEISS *et al.*, 2019)

O protagonismo estudantil e as metodologias ativas de aprendizagem estão promovendo mudanças na forma de conceber o currículo dos cursos de graduação e na formação docente, rompendo gradualmente, com a cultura milenar de educação baseada na memorização e reprodução (DEBALD; GOLFETO, 2015). Aplicar novas metodologias não se trata de banir a aula expositiva ou culpa-la pelos fracassos educacionais, uma aula expositiva dialogada, que abra espaço à pergunta do aluno e às suas reflexões, pode sim ser considerada uma estratégia de ensino interessante, desde que o estudante também participe (VOLKWEISS *et.al.*, 2019). Nenhum estudante se torna protagonista apenas ouvindo aulas expositivas (DEBALD; GOLFETO, 2015).

Adotar práticas que abordem menos conteúdos e mais habilidades pode parecer, à primeira vista, um contrassenso, devido à necessidade de cumprir com todos os conteúdos programados. Normalmente, para lidar com essas dificuldades, os professores optam por posturas práticas que acabam por tornar o ensino homogêneo e inflexível. O ritmo das aulas é acelerado, o que não abre espaço para diálogos, perguntas e discussões. Os alunos não possuem tempo para compreender e produzir um novo conhecimento, já que, a todo o momento, novos conceitos são introduzidos, numa luta incessante contra o tempo. Em todo esse percurso, é provável que as competências e habilidades mais importantes, que deveriam ser adquiridas, se percam no meio de tanta informação e detalhes desnecessários (ANDRADE, 2017). A autora ainda ressalta que, o entendimento de todos os fenômenos, novos conceitos e processos relacionados à Genética, além de utópico, não contribuirá diretamente para a construção das concepções de mundo de um aluno, tampouco dotará o mesmo de habilidades e competências para atuar de forma ativa na sociedade.

O grande número de conceitos relacionados à Genética dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam preocupados em decorar termos, ao contrário de compreender e relacionar o estudo com a vida prática (TEMP, 2011). Com isso, o professor enfrenta o desafio de despertar o interesse do aluno, de fazê-lo entender processos que envolvam terminologias complexas e conceitos abstratos, sendo fundamental encontrar formas de ajudá-lo a perceber a relação que existe entre os conhecimentos científicos e o cotidiano (AGAMME, 2010). Como educadores, é importante termos em mente que a graduação dura somente alguns anos, enquanto que a atividade profissional perdura por décadas e que os conhecimentos e competências vão se transformando velozmente, tornando essencial pensar em metodologias que formem um profissional ativo e apto a “aprender a aprender” (MITRE, 2008). (colocar como último parágrafo deste tópico)

2.2 O ENSINO DE GENÉTICA

No início do século XX Willian Bateson propôs pela primeira vez na história da humanidade o termo genética, área da Biologia que nos últimos 50 anos tem apresentado muitas mudanças, sejam elas conceituais ou tecnológicas. De maneira geral, a ciência genética é conduzida por dois temas principais: herança e variação,

e tem seu marco inicial no ano de 1900, a partir da redescoberta do trabalho de Gregor Mendel (1822-1884). Enquanto a herança é a causa das semelhanças entre os indivíduos, variação é a causa das diferenças (FRANCISCO, 2005).

A genética é dividida em subáreas, como Genética Clássica, Molecular, Citogenética, Genética de Populações, Evolução e Genômica, onde muitas delas se transformam em disciplinas presentes na grade curricular de alguns cursos da Área de Biológicas e da Saúde. WOOD-ROBINSON e colaboradores (1998) relatam que ao cursar disciplinas de Genética o estudante deve se tornar capaz de acompanhar o avanço das inovações científicas e tecnológicas, e que para isso é necessário adquirir um certo grau de alfabetização científica, na busca pela formação de um sujeito social mais crítico, autônomo, comprometido com sua cidadania e com participação ativa na sociedade.

Um bom ensino da genética para os alunos de nível universitário é importante pois tende a fornecer literacia em genética para a sociedade, assegurando noções básicas para resolução de problemas que se tornam assunto do público em geral, como: cuidados com segurança alimentar e humana, devido o uso de tecnologia de DNA recombinante e culturas geneticamente modificadas; pré diagnóstico médico, prevenção e tratamento de doenças humanas (GUPTA, 2019); e mais recentemente as vacinas de RNA mensageiro, para imunização contra agentes infecciosos, como o caso do vírus SARS-CoV-2, que se tornou assunto mundial devido a pandemia do coronavírus (COVID 19) nos anos de 2020 e 2021 (CAIRES, 2020).

Segundo Campos e colaboradores (2003), a genética está cada vez mais inserida no cotidiano social, seja nas revistas, jornais, noticiários e, até mesmo, em novelas e programas populares, trazendo informações sobre esse tema para o público em geral. Mesmo sabendo da importância do ensino de genética, a maioria dos professores transformam a aula em uma sequência de conteúdos apresentados de forma teórica e tradicional, sem muito se preocuparem se os alunos realmente compreenderam a relevância do tema para o cotidiano. Um exemplo, que envolve conteúdos de ensino superior e conhecimento popular, são os mecanismos de herança, geralmente apresentados na universidade através de diferentes combinações de letras que correspondem aos genes, transformando a aula em sucessivos cálculos de frações e porcentagens para determinar as chances de um indivíduo possuir ou não um determinado caráter hereditário, sem realmente se

preocupar se os alunos compreenderam o que é um gene e como ele se comporta de geração para geração (CAMPOS *et al.*, 2003).

Embora a maior parte das pesquisas voltadas para o ensino de genética e suas dificuldades sejam fundamentadas em análises de alunos e professores da educação básica (ensino fundamental e médio), alguns estudos mostram que a genética é vista pelos alunos de graduação como um assunto bastante abstrato e difícil de compreender, confirmando que a dificuldade com a disciplina é encontrada tanto no nível escolar quanto no nível universitário (GUPTA, 2019).

Registra-se que, desde a década de 90, na Escócia, por exemplo, seis tópicos dentre 36 apontados por estudantes de graduação em Ciências Biológicas como os mais difíceis de compreender eram relacionados à Genética (BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999). Uma pesquisa realizada no Japão com estudantes da área Biomédica aponta que a não compreensão do conceito de mutação influencia negativamente a forma de lidar com pacientes sindrômicos e suas famílias, sendo indiscutível a importância da construção desse conceito na educação (ANDO *et al.*, 2008, apud FERREIRA *et al.*, 2017). Em uma Universidade em Istambul, na Turquia, um “Teste de Conquista Genética” aplicado para futuros professores de Biologia que já haviam concluído a disciplina de Genética, mostraram que os equívocos e a incapacidade de resolver problemas foram uma característica comum entre os participantes. Os autores associam o fracasso dos estudantes à problemas conceituais, como por exemplo, entendimentos incorretos de gene e alelo, problemas com traços Mendelianos (dominância, recessividade, linhagem pura e híbrida), confusão entre epistasia e alelos múltiplos, identificação incorreta de gametas a partir de genótipos e dificuldade em realizar cruzamentos genéticos (KARAGOZ; ÇAKIR, 2011).

Nos EUA, uma série de estudos foi realizada para avaliar a situação do ensino de genética, que ao serem analisados em conjunto demonstram haver uma compreensão deficiente em larga escala dos conceitos básicos de genética e tecnologias genéticas, com equívocos generalizados em vários níveis, inclusive à nível universitário (SMITH *et al.*, 2008; BOWLING *et al.*, 2008; SMITH; WOOD, 2016). Na Índia, Gupta (2019) julga a situação ainda pior, relatando que muitas vezes os alunos do ensino superior não conseguem nem mesmo explicar a base física das leis de Mendel usando a meiose.

No Brasil, há pouco levantamento sobre as dificuldades do ensino de genética na educação superior. Porém pretendendo analisar a compreensão dos conceitos básicos de genética em alunos de graduação, pesquisadores aplicaram um questionários em seis diferentes cursos (Biologia, Medicina, Odontologia, Psicologia, Nutrição e Fonologia) de uma Universidade Brasileira, onde os resultados não foram satisfatórios, pois todos os alunos da amostra juntos não conseguiram responder a 30% das questões, enquanto uma porcentagem significativa não respondeu adequadamente mais de 60% das questões. Neste mesmo estudo, focando no curso de Biologia, que possui em sua grade curricular mais disciplinas relacionadas a genética, os pesquisadores avaliaram as diferenças de desempenho entre alunos do primeiro e último ano do curso, onde os resultados mostraram que os estudantes do primeiro ano, que ainda não tinham cursado nenhuma disciplina de genética na universidade, tiveram um desempenho melhor quando comparados com seus colegas do último ano e que já haviam cursados as disciplinas de genética em sua trajetória acadêmica. Os resultados revelaram que os futuros professores e outros profissionais de saúde compartilham uma compreensão distorcida da genética e que este fato é preocupante, pois reflete uma relação entre a aquisição do conhecimento genético e o desenvolvimento profissional (INFANTE-MALACHIAS *et al.*, 2010).

Ainda no Brasil, Silva e Kalhil (2019), em seus estudos sobre conceitos em Genética, realizado com alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma instituição Federal, verificaram que a grande maioria dos estudantes não consegue relacionar, interpretar, analisar, discutir e recriar o conhecimento que é aprendido em sala de aula; e que essa condição permanece por anos sequenciais, apresentando um alto nível de repetência e reprovação nesta disciplina.

As metodologias ativas amplamente divulgadas na última década por meio de trabalhos científicos, sobretudo na área da saúde, recebem destaque por serem métodos que auxiliam e agregam as aulas, apresentando-se como uma boa alternativa para contornar problemas de ensino e aprendizagem, resultante dos diversos embates que dificultam as aulas (MATOS *et al.*, 2020).

2.3 AS METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas, enquanto potencializadoras da aprendizagem significativa, estão embasadas no princípio da autonomia do estudante. Enfatizando

o papel protagonista do aluno, as metodologias ativas são estratégias de ensino que têm por objetivo incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, por meio de problemas e situações reais, realizando tarefas que os estimulem a pensar além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento (MORAN, 2018, pg.4).

A educação atual deve prever um discente capaz de auto gerenciar seu processo de formação, onde o ensinar exige respeito à autonomia e à dignidade de cada sujeito, especialmente no âmago de uma abordagem progressiva, alicerce para uma educação que leva em consideração o indivíduo como um ser que constrói a sua própria história (COSTA; SIQUEIRA-BATISTA, 2004). Segundo Mascarell (2005), os docentes do ensino superior devem preparar os estudantes para aprender ao longo da vida, sabendo compreender o excesso de informações disponíveis, para transformá-la em conhecimentos úteis e valores constituintes para si e para a sociedade.

EsteveMon e Gisbert (2011), que acreditam que o aluno é o centro de todo o processo educativo; afirmam que uma metodologia ativa de ensino incentiva a formação de pessoas e profissionais mais versáteis e empregáveis; que continuam a aprender ao longo da vida, capazes de acompanhar todo um processo (ESTEVEMON; GISBERT 2011). Segundo Candau (1991), o educador além de transmissor de conhecimento, deve atuar na mediação do aprendizado, usando recursos didáticos que favoreçam o aprendizado crítico-reflexivo do estudante, de forma ativa e motivadora (CANDAU, 1991). Ferreira e Cabral (2011) complementam a ideia de que a educação precisa de mudanças dentro da sala de aula, implantando novas metodologias apoiadas em recursos que consigam aproximá-las da realidade dos discentes (FERREIRA; CABRAL, 2011). Para o professor adotar metodologias inovadoras, implica em uma postura pedagógica, de acompanhamento do aluno e não de fazê-los o acompanhar, de dar-lhes a oportunidade de manifestar sentimentos e interesses, de socializar o desejo, de realizar atividades, que podem ser aproveitadas pelo professor para enriquecer mais ainda a aprendizagem e estabelecendo uma relação de coparticipação nesse processo (SILVA, *et al.*, 2007).

Segundo Bransdsford e colaboradores (2000), embora o ensino tradicional possa ser eficaz para disseminar com eficiência boa parte do conteúdo para um grande número de alunos, a troca unidirecionais que ocorre por meio de palestras,

geralmente promovem um aprendizado passivo e superficial (BRANSDSFORD *et al.*, 2000). Como consequência, aulas na forma de palestras muitas vezes pode levar os alunos a concluírem seus estudos de graduação sem habilidades importantes para o sucesso profissional (WRIGHT; BOGGS, 2002). Já os métodos de ensino com participação ativa do aluno, onde a responsabilidade pela aprendizagem depende diretamente de sua atividade, requer o envolvimento e compromisso para gerar um aprendizado mais profundo, significativo e duradouro. Nesta nova abordagem, o protagonista da aprendizagem é o próprio aprendiz. O papel do professor é acompanhar, orientar, avaliar e apoiar. Assim, o profissional da área da Educação dá lugar ao aluno, que está conquistando autonomia e independência em sua aprendizagem. Os professores devem gerar aprendizado nos alunos, mas não qualquer tipo de aprendizado, deve ser um aprendizado que faça com que eles continuem aprendendo autonomamente durante toda a sua vida (FERNÁNDEZ, 2006).

Em 1969, o professor Edgar Dale, por meio de pesquisas, destacou a forma como o cérebro humano aprende. O estudo, que ficou conhecido pelo nome “The cone of learning”, dizia que depois de duas semanas, o cérebro humano lembra 10% do que leu; 20% do que ouviu; 30% do que viu; 50% do que viu e ouviu; 70% do que disse em uma conversa/debate; e 90% do que vivenciou a partir de sua prática. Embora antigo, o cone de aprendizagem de Dale, cabe ao perfil do aluno do século XXI, pois pesquisas recentes revelam exatamente que quando o aluno é chamado a participar — de forma ativa — ele compreende e aprende mais (MASTERS, 2013).

As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, á medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. A implementação dessas metodologias pode vir a favorecer uma motivação autônoma quando inclui o fortalecimento da percepção do aluno de ser origem da própria ação (BERBEL 2011). Para Santos (2008) o interesse é um importante aliado da aprendizagem, pois é ele que possibilita ao aluno focar sua atenção naquilo o que lhe é apresentado a aprender. Quando não estamos interessados em algo tendemos a pensar sobre outras coisas. Por outro lado, se julgamos algo interessante, tentamos, espontaneamente, nos envolver com a situação (SANTOS, 2008).

O professor tem como função organizar sequências didáticas que envolva o uso de metodologias ativas de ensino, buscando mudar a postura do aluno. O estudo prévio de conteúdos abordados em sala de aula permite que durante os encontros presenciais, através da aplicação de atividades diversas, os estudantes testem seus conhecimentos e identifiquem suas maiores dificuldades (SUHR, 2016).

Com a visão de que os professores “perdiam” muito tempo com os níveis de aprendizagem mais rasos, Bergmann e Sams (2012) propuseram uma abordagem de Sala de aula invertida (*flipped classroom*), onde o trabalho que se referem basicamente à transmissão dos conteúdos pelo professor e sua compreensão pelo aluno, poderia ocorrer por meio do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (BERGMANN; SAMS, 2012). Entende-se por TICs um conjunto de recursos tecnológicos que permite criar, capturar, interpretar, armazenar, receber e transmitir informações (ANDERSON, 2010).

Segundo Suhr (2016) embora a proposta da sala de aula invertida tenha ganhado força nos últimos anos, desde a década de 90, com o aumento das possibilidades de acesso às TICs a ideia de “inverter” a sala de aula vem sendo colocada em prática. O sucesso deve-se a associação das TICs com o uso das metodologias ativas, trazendo para os encontros presenciais atividades diversas que favoreçam ativamente a participação dos estudantes, sem se concentrar unicamente em aulas organizadas seguindo a metodologia expositiva.

A metodologia ativa mais bem documentada no Brasil e no mundo é a aprendizagem baseada em problemas (PBL), que ganha esse alcance por ser o método ativo mais antigo e conhecido. Muito utilizado e apresentando resultados positivos na formação de profissionais da área da Saúde, o PBL trabalha com conhecimentos integrados e interdisciplinares, não sendo recomendado a sua implementação em uma disciplina isolada (LACERDA; SANTOS, 2018). Porém outros métodos ativos são descritos, como: Aprendizagem baseada em projetos, Aprendizagem baseada em equipes, Aprendizagem baseada em casos, PEER Instruction, Ensino sob medida, Aprendizagem baseada em jogos, entre outros. (ROCHA; LEMOS 2014).

Não são muitos os registros sobre o uso de metodologias ativas para o ensino de genética na educação superior, principalmente quando se trata de Universidades Brasileiras. Murray-Nseula (2011) utilizou os estudos de caso para

ensinar conteúdos de genética como mecanismos de herança, genética molecular e genética de populações, para estudantes do curso de Biologia da Universidade Andrews, nos Estados Unidos (MURRAY-NSEULA, 2011). Para a disciplina de biologia celular de uma Universidade de Whashington, grupos de estudantes foram estimulados a pesquisar sobre os aspectos celulares e moleculares de patologias humanas, trabalhando conteúdos que envolviam a genética através da aprendizagem baseada em projetos (WRIGHT; BOGGS, 2002).

Embora muito tenha se falado e discutido sobre as metodologias ativas nos últimos anos, dados recentes mostram que os docentes apresentam dificuldades em dois passos: 1. Aprender novas metodologias de ensino; e 2. Aplicar essa metodologia em sala de aula. No primeiro passo, professores relataram a falta de tempo necessário para se atualizar e aprender novas formas de ensinar e a compreensão sobre como empregar os novos métodos. No segundo, relatam a falta de habilidade na utilização de metodologias ativas em sala de aula e o enfrentamento à resistência estabelecida pela cultura tradicional (NASCIMENTO, *et al.* 2019). Por outro lado, pesquisas comprovam que as metodologias ativas levam os estudantes a serem mais interessados pelas disciplinas de sala de aula, mais participativos durante as aulas, mais responsáveis com o estudo, desenvolvendo o senso crítico e a autonomia (STROHSCHOEN, *et al.*, 2018).

2.3.1 O método *Justi-in-time Teaching* (JiTT).

Classificada como uma metodologia ativa, o *just-in-time teaching* criado em 1999 pelo professor M. Novack e colaboradores, é traduzido para Ensino sob medida (EsM) e tem como foco incentivar os alunos a se prepararem previamente para a aula, promovendo a aprendizagem ativa. A metodologia auxilia os professores a identificar os pontos fortes, os pontos fracos e os estilos de aprendizagem de seus alunos, além de estimular a escrita como parte integrante do processo de aprendizagem (NOVAK; MIDDENDORF, 2004).

O objetivo é usar o retorno dos alunos para orientar o ensino, indicando para o professor o grau de conhecimento e compreensão do material pelos alunos, tornando possível ajustar as aulas presenciais para que os alunos recebam respostas rápidas às perguntas e problemas específicos que estão tendo (NOVAK *et al.*, 1999).

Para o sucesso da metodologia, é necessário o envolvimento do professor e dos alunos em tarefas diferentes. O aluno estará envolvido em uma preparação fora da sala de aula, através da leitura prévia de material que aborde o conteúdo que será visto durante a aula presencial, além da resolução de atividades, conhecidas como exercícios de aquecimento (*WarmUp exercise*). Cabe ao professor escolher um material específico para contato prévio dos alunos, elaborar as questões para os exercícios de aquecimento, avaliar as respostas dos alunos e assim, utilizar o tempo da aula presencial para esclarecer os pontos que os alunos não compreenderam, aprofundando a discussão sobre os conhecimento (NOVAK *et al.*, 1999).

O JiTT oferece ao educando a capacidade de auto avaliar sua compreensão durante o processo de estudo, auxiliando-os a reconhecerem quando não entendem um conceito, quando são incapazes de responder a uma pergunta, ou quando não conseguem dar explicações completas durante a discussão em sala de aula. Para o professor, a metodologia também é de grande valia, pois avaliando a respostas das atividades, o educador pode se preparar melhor para as aulas, através da detecção de quais são os pontos com maior dificuldades apresentado pelos alunos e quais as questões foram mais bem compreendidas (WATKINS; MAZUR, 2010).

Os principais objetivos do JiTT são: I) maximizar a eficácia da sessão de sala de aula, onde os professores estão presentes; II) estruturar o tempo fora da sala de aula para o máximo benefício de aprendizagem; e III) criar e manter o espírito de equipe (NOVAK *et al.*, 1999).

Segundo Gravin (2006) o ensino JiTT é um método inovador que permite ao corpo docente aumentar a interatividade na sala de aula e envolver os alunos na aprendizagem. Ao criar um ciclo de retorno entre o trabalho dos alunos em casa e o ambiente institucional, o tempo disponível para aula é melhor utilizado (GRAVIN, 2006). Apesar de não ser tão conhecido, este método tem se mostrado uma ótima opção para se considerar o conhecimento prévio dos alunos e para formar o hábito de estudo antes da aula. As tarefas fora da aula aumentam o tempo de dedicação ao estudo e estruturam a aprendizagem do estudante (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Dos sete princípios que podem ajudar a melhorar o ensino de graduação descritos por Chickering e Gamson (1987), cinco deles são diretamente abordadas pelo JiTT: maior contato aluno-professor, técnicas de aprendizado ativo, feedback

imediatos, cooperação entre os alunos e tempo na tarefa e respeito às diversas formas de aprender (MARRS; NOVAK, 2004; WANG, 2005).

Utilizado a anos no curso de Biologia em uma universidade dos Estados Unidos, com material e exercícios que permitem que os alunos vejam a relevância da Biologia para sua vida cotidiana, os autores sugerem que o JiTT é uma excelente maneira do corpo docente trazer avaliação formativa em suas salas de aula e afirmam que ao usar exercícios informais de aprendizagem cooperativa em grupo, os alunos aprendem ciência por investigação e colaboração de uma maneira que é consistente com a forma como a ciência é feita. Além disso, os alunos pontuam consistentemente melhor nas questões de provas que foram abordadas nos exercícios de aquecimento, indicando que o uso do JiTT resulta em um forte aumento nos ganhos cognitivos. Os autores ainda complementam que o JiTT foi aplicado um pouco diferente da maneira como é originalmente descrito por Novak (1999), sugerindo que o corpo docente pode adaptar qualquer um dos aspectos desta metodologia para melhor atender às suas próprias necessidades de curso (MARRS; NOVAK, 2004).

Achados semelhantes foram encontrados por Wang (2005) ao descrever como aplicou o JiTT em sua disciplina de genética no Departamento de Biologia da Universidade de Miami. O autor recomenda aos colegas docentes o uso do JiTT, sendo avaliada pelo mesmo como uma poderosa e eficaz ferramenta pedagógica, que definitivamente vale a pena ser utilizada em aula, pois trata-se de uma abordagem positiva, que inclui maior interação entre alunos e professores, melhorias nos hábitos de estudo dos alunos e uma correlação positiva entre a frequência de participação do aluno nos exercícios de aquecimento e seus resultados em exames. Além de ser uma metodologia que, através do uso de questionários pré-aula, permite avaliar o quão bem os alunos compreenderam o material estudado antes de cada aula, possibilitando focar nas maiores dificuldades encontradas no grupo.

Jonsson (2015) ao substituir suas aulas expositivas por variantes do método de ensino conhecido como “inverter a sala de aula” combinada com elementos do ensino *Just-in-time* (JiTT) investigou os efeitos quantitativos em duas turmas (experimental e controle), onde ambas tiveram o mesmo conteúdo e o mesmo exame final. Na turma experimental a metodologia a ser testada foi aplicada e a turma controle concluiu o curso de forma tradicional. Sua pesquisa mostrou que no

exame final, 81% dos alunos da turma experimental foram aprovados em comparação com 60% da turma controle; e que a proporção de alunos aprovados com boas notas foi de 58% na turma experimental em comparação com 32% na turma controle. Outro achado interessante é que os alunos da turma controle deixaram de entregar mais soluções aos problemas apresentados do que os alunos da turma experimental. O autor sugere que a metodologia testada pode ter proporcionado um aumento da autoconfiança na turma experimental, quando se trata de tentar resolver e entregar soluções; e que esse resultado ainda possa ser consequência de um aumento do aprendizado ocorrido na turma experimental, pois um aluno que sabe mais e é mais capaz, gasta menos tempo para encontrar soluções e provavelmente entregará mais resultados (JONSSON, 2015)

2.3.2 O método *Team Based Learning* (TBL)

Criado no final dos anos 1970 por Larry Michaelsen, o TBL – Team Based Learning – também conhecido como aprendizagem baseada em equipes (ABE), é um método de aprendizagem dinâmico, que proporciona um ambiente motivador e colaborativo. Mesmo havendo uma sutil competição entre os alunos, a produção coletiva é realmente valorizada através de estratégias como o gerenciamento de equipes, tarefas de familiarização com o conteúdo, aplicação de conceitos e exposição de ideias (OLIVEIRA, *et al.*, 2018).

Segundo Michaelsen e colaboradores (2014), após a aplicação do TBL foi constatado que a maioria dos alunos assumiu responsabilidade pela própria aprendizagem e pela aprendizagem dos colegas da equipe (MICHAELSEN *et al.*, 2014). O TBL é uma estratégia educacional que tem sido amplamente utilizada na educação de profissionais da área da saúde, visando o desenvolvimento de competências fundamentais, como a responsabilização do aluno pela aquisição do próprio conhecimento, a tomada de decisão e o trabalho colaborativo e efetivo em equipe (KRUG, *et al.* 2016).

O desenvolvimento da metodologia permite que o aluno adquira e aplique conhecimentos através de uma sequência de atividades que envolve três etapas importantes: 1. Preparo prévio dos alunos fora da sala de aula; 2. Testes de garantia de aprendizagem realizados durante a aula de maneira individuais e em equipes; 3. Aplicação dos conceitos aprendidos através de tarefas propostas pelo professor. A

atividade de preparo tem como objetivo aprofundar e contextualizar conteúdos previamente apresentados, através da leitura de textos, aulas práticas, vídeos da mídia, aplicação de entrevistas, entre outros (PERMALLE; MICHAELSEN, 2010). A dedicação nesta etapa é fundamental, tanto para o professor, que precisa fazer a escolha e/ou elaboração do material, como para o aluno, que precisa criar responsabilidade e maturidade para contribuir ativamente para sua própria aprendizagem e para a aprendizagem do grupo. Sugere-se que o professor proporcione um tempo para realização desta etapa, sendo que a mesma servirá de guia para as atividades seguintes. Seja qual for a escolha do material a ser utilizado, este não deve ser extenso, apresentando caráter simples e de fácil compreensão (PERMALLE; MICHAELSEN, 2010).

Os testes para avaliação da Garantia do Preparo (*Readiness Assurance Test* - RAT) são realizados afim de checar se o estudante está preparado para resolver testes individuais e para contribuir com a sua equipe. Os testes devem ser iguais para todos os estudantes e grupos, contendo de 10 a 20 questões de múltipla escolha, envolvendo os conceitos mais relevantes apresentados na atividade de preparo (KRUG, *et al.*, 2016).

É importante que os testes sejam respondidos sem consulta à qualquer material bibliográfico ou didático e que dure aproximadamente de 50 à 90 minutos, conforme escolha coerente do professor (BOLLELA, *et al.*, 2014). Em um primeiro momento o estudante realiza o Teste individual de Garantia de Preparo (*Individual Readiness Assurance Test* – iRAT) e após este devem realiza o mesmo teste, mas desta vez junto com sua equipe (*Team Readiness Assurance Test* – tRAT) (KRUG, *et al.*, 2016).

No teste individual o estudante deve assinalar suas respostas em um gabarito que permite sua aposta na resposta certa, ou em mais de uma resposta caso tenha dúvida da alternativa correta. Por exemplo: se na questão 1 (com 4 alternativas e valendo 4 pontos), o indivíduo estiver em dúvida entre a alternativa “a” e a alternativa “c”, ele pode apostar 2 pontos em cada uma. Pode utilizar diversas combinações, pontuando mais se escolher apenas a alternativa correta. Já no teste em equipes é importante elaborar um mecanismo para que os grupos saibam qual a resposta correta o mais rapidamente possível; pois quando o grupo decide por uma das alternativas, o retorno imediato auxiliará nos próximos processos de decisões e

argumentações para uma nova escolha até chegarem na resposta correta. Para isso, o professor pode utilizar uma cartela contendo as alternativas cobertas ou por etiquetas a serem retiradas ou por material a ser raspado (BOLLELA, *et al.*, 2014).

Por fim, na etapa de aplicação dos conceitos, um conjunto de exercícios práticos pode ser aplicado, permitindo que os estudantes aprofundem os conceitos aprendidos, seja por meio de resolução de problemas, estudos de caso, entrevistas, elaboração de materiais, entre outros; desde que a proposta seja significativa, relevante e autêntica, apresentando vínculo com situações que os estudantes enfrentarão na atividade profissional ou com aspectos fundamentais para o próximo nível de estudo. A proposta de atividade apresentada pelo professor deve ser igual para todas as equipes, afim de favorecer apresentação dos resultados e discussão dos mesmos entre toda a turma (KRUG, *et al.*, 2016).

Uma importante etapa da implementação do TBL é a valorização e inclusão da diversidade nas equipes, desta forma o professor deve escolher os alunos de forma aleatória e equilibrada, evitando manter os vínculos afetivos (irmãos, namorados, amigos muito próximos) entre os membros (OLIVEIRA, 2018). Outro ponto importante, é que as equipes devem ter, preferencialmente, um número ímpar de participantes, facilitando o desempate que podem ocorrer, frente as discussões e decisões (MICHAELSEN; SWEET, 2008).

Segundo Michaelsen e Sweet (2008), o TBL não só favorecem o reconhecimento das potencialidades e fragilidades individuais, mas também favorecer o compartilhamento de conhecimento e a conscientização do estudante sobre sua participação e contribuição como equipe, ampliado suas habilidades de comunicação e negociação.

A Escola de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora, implementou o TBL na disciplina de neuroanatomia, visando avaliar o impacto da introdução desta metodologia no curso e medir a aquisição e percepção do conhecimento do aluno em relação às aulas tradicionais. Os resultado mostram que o TBL parece ser uma estratégia promissora para melhorar o ensino de neuroanatomia nas escolas médicas, pois estimula discussões em grupo e aumenta a satisfação e a percepção de integração entre a clínica e as ciências básicas. No entanto, de acordo com os testes, a aquisição de conhecimento foi semelhante entre o TBL e as palestras. A maioria dos estudantes de medicina concordou que o TBL os motivou, permitiu que

fizessem conexões com outras disciplinas, incluiu implicações clínicas, teve um impacto positivo em seu aprendizado, promoveu o estudo em grupo e não prejudicou outras atividades curriculares. Um total de 81% dos alunos relatam preferir uma combinação de aulas tradicionais e TBL (REZENDE *et al.*, 2019).

Existem poucos resultados publicados sobre aprendizagem genética e TBL na literatura, porém a maioria deles foram destinados para graduando de Medicina. Na Universiti Kebangsaan, na Malásia, uma análise feita com graduandos do primeiro ano do curso de medicina para verificar a eficácia do TBL no aprendizado de genética médica e seu potencial para substituir palestras convencionais, apresentou resultados satisfatórios quanto a participação ativa dos alunos durante os encontros presenciais, as notas nos exames e o melhor desempenho dos testes de garantia de preparo dos alunos quando avaliados em equipes (ISMAIL, 2016). Abordando tópicos de Genética Básica e Médica, Santana e colaboradores (2019) experimentaram por dois anos consecutivos o uso do TBL para ensinar Doenças Genéticas e concluíram que o métodos proporcionou uma boa experiência de aprendizado para os alunos, quase na totalidade, onde 96% relataram ficar satisfeitos com as sessões de TBL, 97% concordaram que o TBL os ajudou a aprender e 87% aprovaram o uso do TBL em outros momentos no futuro. No entanto, cerca de 30% não concordaram que as sessões de TBL foram melhores do que as palestras e 42% não concordaram que seu desempenho foi melhorado pelo TBL. Esse fato pode refletir a resistência dos alunos às metodologias ativas (SANTANA, *et al.*, 2019).

Em uma revisão sistemática de publicações envolvendo o método TBL entre os anos de 2001 a 2016, mostraram que dos 118 artigos encontrados, quase metade deles (46%) envolveu estudantes de medicina, e que o número de publicações a partir de 2011 quase triplicou em comparação ao ano de 2001 quando se trata da educação de profissionais da área da Saúde. A grande maioria dos estudos foram feitos nos Estados Unidos, sendo sugerido que a aplicação desta metodologia deve ser estendida à outros países e culturas afim de determinar se o TBL é universalmente útil ou se as influências culturais podem desempenhar um papel na sua eficácia. O autor ainda complementa que os alunos geralmente gostam da oportunidade de trabalhar em equipe e discutir materiais com seus colegas, enquanto os professores comentaram que a participação e interação do aluno foi

muito maior com TBL do que com palestras tradicionais (REIMSCHEISEL, *et al.*, 2017).

Com as mudanças nas metodologias de ensino que implicam na necessidade de repensar o processo educativo de forma a compreender o aluno como ativo em todas as etapas, faz-se necessário que as formas de avaliação também seja vista nesta perspectiva. Como o método TBL envolve apostas e pontuações, de forma individual (iRAT) e em equipe (tRAT), Tommaso e colaboradores (2018) analisaram o impacto do método *team based learning* (TBL) como instrumento de avaliação da aprendizagem na disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica em três turmas de Bacharelado (Enfermagem, Educação Física e Ciências Biológicas) e em duas turmas de Licenciatura (Ciências Biológicas e em Educação Física) em uma instituição de ensino superior brasileira, através da análise da percepção e do grau de satisfação de estudantes submetidos ao método. A aplicação do TBL como método de avaliação de aprendizagem foi realizada com um total de 182 estudantes, onde 163 deles (89.5%) afirmaram que gostariam de ser avaliados novamente pelo método TBL e dezenove (10.5%) não gostariam de serem avaliados novamente pelo método TBL. Outros estudos em andamento deverão contribuir para melhor compreensão do método TBL como critérios de avaliação de desempenho e de aprendizagem do aluno, mas deve-se destacar que, ao que pode ser observado, o método não somente quantifica a aprendizagem dos estudantes, mas também é oportunidade de aprendizagem de valores, ou seja, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver competências durante o processo avaliativo (TOMMASO *et al.*, 2018).

2.3.3 A plataforma Mentimeter.

A plataforma Mentimeter foi fundada pelo empresário sueco Johnny Warström, em 2004, na cidade de Estocolmo (Suécia), como uma resposta para reuniões que não eram produtivas. Hoje, a plataforma também é destinada à colaboração *online* no âmbito educacional, permitindo que os alunos participem ativamente e anonimamente durante a aula, ampliando sua participação no processo de ensino (JUNIOR, 2020).

O uso de software interativo faz com que o professor deixe de ser um contador de histórias, onde centra a comunicação no seu falar-ditar; e irá construir

um conjunto de territórios a ser explorado pelos alunos, e não apenas apresentar uma rota pronta (SILVA, 2001). Para que seus alunos participem de uma apresentação do Mentimeter, eles precisarão de um dispositivo que os conecte à Internet (telefone celular, *tablets*, *laptop*, etc.)

A metodologia aplicada no Mentimeter é adequada para uma abordagem de ensino baseada na ideia de inteligências múltiplas, pois a variedade de recursos possibilita abordar diversos estilos de aprendizagem, estimulando a concentração e o interesse dos alunos, bem como tornando as aulas mais agradáveis. A plataforma busca uma participação ativa dos alunos de forma mais sofisticada, pois não está limitada a uma simples pergunta feita em sala de aula, ela aprofunda uma reflexão baseada no tipo de pergunta e o formato mais adequado para cada objetivo de aprendizagem, seja quantitativo com os recursos de questões múltipla escolha, gráficos, escalas e questionários; ou qualitativos, com os recursos de nuvem de palavras e perguntas abertas onde os alunos desenvolvem de forma dissertativa as respostas (PICHARDO *et al.*, 2021).

A apresentação elaborada previamente pelo professor será desenvolvida durante a aula, em tempo real, com a participação ativa dos alunos, onde as respostas do grupo são instantaneamente exibidas na tela de projeção do projetor multimídia ou televisão (compatível com entrada de conexão ao computador), permitindo que o aluno não apenas identifique seus erros e acertos, mas também tenham novas perspectivas e questionamentos sobre o conteúdo trabalhado. Este retorno imediato oferece informações valiosas para medir a compreensão e adaptar conteúdos na sessão atual ou em aulas subsequentes ou para melhorar o ensino em anos acadêmicos futuros (JUNIOR, 2020).

A participação dos alunos durante as aulas pode se tornar um obstáculo para aqueles que são tímidos e introvertidos. O uso de aplicativos e ou plataformas digitais, como o Mentimeter, que permitem a participação anônima dos estudantes, colaboram para estes casos, permitindo que todo o grupo, independentemente de sua capacidade interativa possua a experiência de testar seu conhecimento, expor suas ideias e tirar suas dúvidas (JUNIOR, 2020). Além disso, o anonimato (diferente de levantar as mãos, por exemplo) pode ser vantajoso para testar a compreensão dos alunos de forma mais independente. O anonimato da ferramenta pode aumentar

o engajamento, pois os participantes que normalmente relutam em participar também podem compartilhar suas opiniões e respostas.

Pichardo e colaborades (2021) concluíram que o uso da plataforma Mentimeter para processos educacionais resultou em um aumento significativo da atenção, concentração e participação dos alunos, promovendo inclusão e comprometimento ao processo de aprendizagem, além de possibilita a inclusão de aprendizagem em ambientes *online*. Os professores avaliaram de forma positiva a utilização do Mentimeter para fins pedagógicos, atribuindo-lhe uma pontuação média de 9,5/10 numa escala *Likert*, concordando fortemente com a frase “*O Mentimeter é uma boa ferramenta para ensinar e aprender*”. Por outro lado, os alunos relataram que o Mentimeter permitiu a participação de membros tímidos do público, o que permitiu que todo grupo participasse da aula. Isso indica que os alunos também valorizam predominantemente o caráter participativo dessa ferramenta, facilitando o envolvimento de membros do público que não costumam participar.

2.3.4 O método *Game based learning* (GBL)

O *game-based learning* (GBL) também chamada de aprendizagem baseada em jogos refere-se a uma abordagem inovadora decorrente do uso de jogos que possuem valor educacional para fins de ensino, que promovem aspectos importantes à construção de episódios de ensino ativos, tais como interação entre pares, engajamento, motivação e diversão (RIBEIRO *et al.*, 2022). Jogos digitais, de perguntas e respostas (*quizzes*), de cartas e de tabuleiro são exemplos de GBL utilizados para enriquecer a grade curricular, ensinar ou reforçar conteúdos.

Os jogos quando aplicados de forma lúdica, complementam o conteúdo teórico permitindo maior interação entre o grupo e o conteúdo, trazendo contribuições ao processo de ensino e aprendizagem (SANTOS; SILVA, 2011). É a ludicidade que dá o caráter de jogo às atividades pedagógicas. O aspecto educativo do lúdico ocorre quando materiais são intencionalmente criados para estimular a aprendizagem (KISHIMOTO, 1999). Segundo Luckesi (2005), educar ludicamente adolescentes e adultos significa estar criando condições de restauração do passado, vivendo bem o presente e construindo o futuro. Isso ocorre porque o lúdico pressupõe uma entrega total da pessoa, integrando corpo e mente.

Para Oliveira (2009), a ludicidade não deve ser entendida, única e exclusivamente, como uma atividade de lazer, uma diversão. Ela apresenta sim, uma necessidade para o homem, tendo em vista que a partir dela a pessoa tem mais facilidade para aprender, para se relacionar no meio em que vive, para tornar-se mais criativo, mais sociável e para construir com maior satisfação a sua cultura.

O fato de o jogo ser divertido e prazeroso caracteriza-o como uma das formas mais eficazes de ensino, podendo ser utilizado como uma estratégia para melhorar o desempenho dos estudantes em conteúdos mais complexos (MIRANDA, 2001). Deste modo, a relação do lúdico com o processo de ensino e aprendizagem transcende a proporção de prazer e divertimento, sendo um elemento estruturante e motivador para a construção de conhecimento (SILVA, 2007).

Os jogos são os materiais lúdicos mais trabalhados dentro da sala de aula, pois com eles é preciso respeitar regras, tomar decisões, pensar para fazer sua estratégia, mesmo havendo acertos e erros, exercita-se a inteligência. Vem sendo utilizado como recurso para a aprendizagem há décadas e possui defensores como John Dewey, filósofo e pedagogo, que afirmava que os jogos são fundamentais para o ensino, pois proporcionam experiências de aprendizagem ativa e positiva; e como Jean Piaget, epistemólogo e psicólogo, que enfatizava a importância dos jogos no desenvolvimento cognitivo (CAMPBELL, *et al.* 2000).

Herman (2007) lembra que quando se fala de jogo na educação, ele tem uma conotação diferente daquele conceito que prevaleceu por muito tempo no Brasil, no qual a competição eram os aspectos que o diferenciavam das brincadeiras. Trata-se o jogo, hoje, de forma bem mais abrangente, podendo envolver competição, ou apenas uma ação de representação lúdica.

O jogo representa uma importante ferramenta educacional e pode auxiliar o trabalho pedagógico nos diferentes níveis de ensino e nas diversas áreas do conhecimento. Além de que, quando o aluno aprende por meio de jogos, seguem seus estudos com mais prazer e entusiasmo, por estarem envolvidos em situações imaginativas e desafiadoras, que aumentam o conhecimento, a tomada de decisões e as habilidades interpessoais (CAMPBELL, 2000). A aprendizagem baseada em jogos pode ser aplicado tanto para jogar jogos digitais (*e-learning*) quanto para aprender manualmente dentro do ambiente de sala de aula (PIVEC; KEARNEY, 2007).

A utilização de jogos no Ensino Superior teve início em 1957, na Universidade de Washington, quando um jogo de simulação de decisão foi aplicado em sala de aula para acadêmicos dos cursos de ciências sociais aplicadas. No Brasil essa prática iniciou mais tarde, a partir da década de 1970, no curso de ensino superior de administração da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, ganhando força apenas a partir dos anos 2000 (ZALUSKI; OLIVEIRA, 2018). Os jogos, por meio do universo lúdico, leva o estudante universitário à experimentar novas situações e a desinibir, além de gerar um ambiente mais leve e propício para o conhecimento, melhorar os relacionamentos e gerar um aprendizado mais eficiente e durador (HOPPE; KROEFF, 2014).

Ao ingressar na universidade as possibilidades de jogar não apenas para se divertir, mas para adquirir conhecimento tendem a desaparecer. Isto ocorre, pois a utilização dessa estratégia pedagógica acaba sendo vista como boba, inadequada e infantil. Essa visão equivocada deve acabar, pois não podemos esquecer que mesmo quando nos tornamos adultos, continuamos brincalhões e gostamos de jogos ao longo de nossas vidas, seja como jogadores ativos ou como espectadores passivos. Jogar afeta positivamente a saúde, a aptidão física, a motivação, a criatividade e o desempenho no trabalho e acadêmico. Visto como uma ferramenta didática útil e eficiente, muitos jogos foram desenvolvidos especificamente para o ensino superior e trazem benefícios como: impulsionar a criatividade, aprender terminologia por meio de atividades divertidas, obter *feedback* imediato do conhecimento, atingir percepções mais profundas sobre um fenômeno, resolver problemas reais de pesquisa após ter adquirido as noções básicas, entre outros. Frente a essa visão, seria uma pena continuar ignorando a poderosa ferramenta dos jogos e renunciar ao seu uso frequente no ensino universitário (TOMASKA, 2022).

Através de jogos, o aluno compreende, participa, raciocina, e interage, propiciando uma situação favorável, prazerosa e instigante ao interesse pelas aulas (BURNATT, 2014). Os conceitos abordados no ensino de Genética são, geralmente, de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos, estimulando o estudante a aprender (SANTOS; SILVA, 2011). O lúdico oferece inúmeras vantagens no processo ensino-aprendizagem na genética, faz o aluno experimentar, vivenciar, levantar hipóteses e criar alternativas, além de tornar

a disciplina mais atrativa e propiciar prazer, criatividade e coordenação motora (BURNATT, 2014).

Diversos jogos e modelos didáticos tem sido elaborados e utilizados no ensino de genética, sendo muitos deles apresentados em encontros acadêmicos e periódicos, consituindo um importante canal de divulgação e discussão de resultados destas práticas pedagógicas (GAZOLLA *et al.*, 2019). Embora a maioria dos materiais produzidos sejam destinados para o ensino médio, uma oficina intitulada “Brincando com a genética: uso de modelos e jogos didáticos na aprendizagem” realizado com professores do ensino básico e de graduação em Ciências Biológicas de diversas regiões do Brasil, apresenta relato de docentes que afirmam que os seis materiais utilizados durante a oficina, além de estarem adequados ao ensino médio, também podem ser utilizados na graduação de Ciências Biológicas (PEREIRA-FERREIRA *et al.*, 2017).

Seguindo nesta linha e utilizando jogos como proposta de ensino na disciplina de Genética, Baiotto (2008) testou em cursos de graduação na área da saúde (Ciências Biológicas, Biomedicina e Enfermagem) um material sobre doenças metabólicas hereditárias, correlacionando a sintomatologia com o padrão de herança e o tratamento do distúrbio bioquímico, buscando contribuir com a classificação de erros metabólicos e promover a interação entre genética e bioquímica. O jogo denominado “Dorminhoco genético” mostrou ser uma excelente estratégia de ensino para o desenvolvimento de temas complexos e extremamente teóricos, pois alunos submetidos a esta aprendizagem, apresentaram resultados satisfatórios com relação ao percentual de acertos (mais de 75%) nas avaliações escritas, o que é significativamente superior ao aproveitamento em semestres anteriores, sem a utilização desta estratégia (em torno de 50%). Além disso o autor também relata uma participação mais significativa dos alunos durante a aula (BAIOTTO, 2008)

Outros conteúdos de genética também possuem jogos publicados para auxiliar no processo de ensino aprendizagem. O *Projeto Genus*, que aborda a genética mendeliana clássica utilizando como elemento norteador o jogo e a gamificação, é considerado um objeto educacional que desperta a atenção dos estudantes e que proporciona a materialização de diversas competências e habilidades, tendo em vista o ambiente criado pela utilização do material (BEZERRA JR.; DOLIVEIRA, 2014). O jogo *Bioteknica*, que tem como base conceitos utilizados

em biotecnologia e genética, foi avaliado pelos pesquisadores por meio do contraste de mapas conceituais, um antes e outro depois da aplicação do jogo, sendo que os dados provenientes da análise destes mapas mostraram que em 60% dos casos a utilização do jogo auxiliou o processo de ensino-aprendizagem de Genética (BRÃO; PEREIRA, 2015). Para aprender evolução molecular com uma mistura de teoria e entreterimento, o jogo DNA Re-Evolution foi criado com a intenção de favorecer a aprendizagem ativa para conceitos genéticos acerca de estrutura do DNA, transcrição e tradução, mutações e seleção natural; sendo testado através de pré e pós-testes aplicado a graduados e pós graduados em genética, de cursos do ensino superior de 13 países diferentes, obteve resultados muito positivos, pois os alunos entenderam de forma divertida como as alterações no DNA afetam o produto proteico final e como estes estarão submetidas à seleção positiva ou negativa, contribuindo para o processo de evolução (MIRALLES, *et al.*, 2013).

Hoppe e Kroeff (2014) afirmam que o principal resultado esperado com o uso e práticas pedagógicas lúdicas é a geração de um conhecimento duradouro, contextualizado e principalmente obtido por meio de experiências prazerosas e emocionalmente positivas, que gerarão significado ao processo da aprendizagem. A educação lúdica traduz-se como uma alternativa de grande valor, em um momento no qual se discutem conceitos fundamentais na educação, nesse cenário, o lúdico desempenha um papel relevante e desafiador, que colocam o educando em confronto com situações que podem motivá-lo a desenvolver de forma mais plena suas capacidades (HOPPE; KROEFF, 2014)

3. OBJETIVOS

GERAL

Visando obter uma melhor participação e interesse pelo ensino de genética, este trabalho teve como objetivo principal elaborar, aplicar e avaliar três métodos ativos de ensino: o método *Just-in-time teaching* (JiTT), o método *Team based learning* (TBL); e o *Game based learning* (GBL), em uma turma do curso de Biomedicina de uma Instituição de Ensino Superior (IES) na cidade de Curitiba, PR.

ESPECÍFICOS:

- Incentivar o uso de livros didáticos eletrônicos (*e-books*) e artigos para as aulas de genética no ensino superior;
- Encorajar o protagonismo estudantil e o hábito de estudo;
- Verificar a efetividade das metodologias JiTT e TBL para o ensino de genética em uma turma do Curso de Biomedicina;
- Descrever o uso da plataforma Mentimeter adaptada ao método JiTT;
- Desenvolver um material didático lúdico sobre regulação da expressão gênica para o ensino de genética na educação superior;
- Verificar a efetividade do material didático lúdico do tipo jogo, sobre regulação da expressão gênica, aplicado em uma turma do Curso de Biomedicina.

4. JUSTIFICATIVA

Espera-se que o ensino de Genética seja realizado de maneira ampla e que leve em conta todos os aspectos envolvidos, sejam eles, sociais, éticos, políticos, ambientais, culturais ou econômicos, fornecendo uma compreensão global da vida e do mundo. Para dotar alunos de tais habilidades, é importante que, na prática, o ensino de Genética desenvolva pesquisas, debates e outras metodologias alternativas no espaço educativo, de forma que os alunos sintam-se participantes da aprendizagem e que sejam estimulados a formular e discutir suas opiniões e conceitos.

No ensino há um predomínio de aulas expositivas, pautadas na transmissão de informações pelo professor. A falta de contextualização é um problema enfrentado por diversas áreas e disciplinas, inclusive no ensino de Genética. Na educação superior, o desafio de ensinar é ainda mais preocupante, uma vez que esse nível de ensino envolve a formação de profissionais que atuam diretamente na sociedade. Muitos cursos de educação superior possuem disciplinas de Genética em sua grade curricular, o que caracteriza a importância dessa área de ensino para a formação de profissionais críticos e capacitados para trabalhar nas mais diversas áreas de atuação na sociedade.

Conforme a Pedagoga Cristina Maria D'ávila - pós doutora em educação com ênfase na formação de docentes - não são raros os professores universitários que se veem desencantados com a desmotivação de seus alunos na sala de aula. Enquanto os alunos se queixam, dos cursos demasiado teóricos, os professores se queixam da desmotivação dos alunos. Este ciclo-vicioso no qual nenhum dos atores parece satisfeito, convém rever e investir em práticas de ensino apoiadas em saberes pedagógicos intrinsecamente relacionados aos componentes curriculares. A prática de ensino dos professores universitários está, em sua grande maioria, baseada na abordagem conteudista-transmissional, herança do academismo vivido na universidade medieval e da tradição iluminista de ensino que perdeu forças com a modernidade do século XXI (D'ÁVILA, 2014).

Com grande interesse em Educação, professora de Biologia do Ensino Médio desde 2009, quando iniciei a trajetória de lecionar Genética no Ensino Superior, em 2017, já tive como um dos objetivos, observar temas de maior interesse dos alunos, bem como os de maior dificuldade de aprendizagem. Com a

oportunidade de realizar o Doutorado, no Laboratório de Educação Científica (LEC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), tenho como objetivo principal, fazer uso de metodologias ativas, que visam o protagonismos dos estudantes, a fim de verificar a eficiência do método de ensino, a aceitação dos alunos e o maior envolvimento com a disciplina de Genética.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Público

A aplicação das metodologias e avaliação das mesmas, teve como público alvo alunos do 3º ano noturno do curso de Biomedicina de uma instituição privada, localizada na região de Curitiba-PR. O conteúdo abordado nas três metodologias utilizadas - JiTT, TBL e GBL - foi embasado na ementa do plano de ensino da disciplina de Biologia Molecular Aplicada durante o ano letivo de 2019. O número de alunos matriculados variou ao longo do ano, sendo 26 matriculas no primeiro semestre e 29 matriculas no segundo semestre.

5.2 O Jogo sobre Regulação da expressão gênica

Foi desenvolvido um jogo, composto por peças, visando diminuir a abstração do tema sobre regulação da expressão gênica. Os moldes das peças do jogo foram criadas com o recurso “formas” disponível no microsoft word e todas as montagens necessárias foram realizadas no programa paint. Para tornar o jogo visualmente atrativo e com aspecto lúdico, os moldes das peças foram impressos em papel color plus A4 em cores diferentes.

Após a impressão, os moldes das peças foram cuidadosamente recortados e 8 kits foram montados, com a quantidade correta de peças e componentes necessários para execução do jogo (Tabela 1). Pedacos de sobra dos papéis coloridos foram colados frente a cada linha da tabela das legendas, permitindo a identificação correta das peças pelos estudantes.

Papel color plus	Quantidade de folhas	Componentes	Número do Anexo	Quantidade por Kit
Cor 1	1	Proteína reguladora ativadora	1	1
Cor 2	1	Proteína reguladora repressora	1	1
Cor 3	1	Substrato ativador	2	4
Cor 4	1	Substrato correpressor	2	4
Cor 5	1	Proteína ativadora CAP	3	2
Cor 6	1	Substrato cAMP	4	4
Cor 7	1	DNA polimerase	5	1
Cor 8	3	Metabólitos	6	1
Cor 9	4	Setas	7	1
Cor 10	8	Estrutura do operons	8	1
	4	Legenda	9	1
	1	Cartilha e Ambientes	10	1

Tabela 1: Informações necessárias para produção dos kits lúdicos.

O conteúdo teórico sobre regulação da expressão gênica em procarionte foi apresentado para turma em aulas anteriores à aplicação do jogo, através da metodologia JiTT + Mentimeter. Durante o encontro presencial, no primeiro momento da aula a turma foi dividida em equipes de três integrantes, onde cada uma delas recebeu um kit do jogo e foram orientadas sobre a importância da autonomia na familiarização das peças coloridas do jogo, da legenda, da estrutura do operon, da cartilha introdutória e dos ambientes propostos.

Após essa familiarização e esclarecimento de possíveis dúvidas, a equipe obteve, através da leitura da cartilha introdutória, informações sobre a bactéria *Escherichia coli*, sua simbiose com a espécie humana e os procedimentos do jogo. Na etapa seguinte, iniciando a jogatina, um integrante da equipe jogou o dado, e conforme o número obtido selecionou o ambiente correspondente (ex. número 5 no dado = ambiente 5). O aluno então foi desafiado a interpretar as condições ambientais, leu em voz alta as descrições do cenário descrito na carta, e usou as peças do jogo para montar a situação do operon na condição 1. Com o objetivo de interpretar e representar as diferentes situações do operon frente às modificações ambientais, as peças foram movimentadas, removidas ou adicionadas, sempre que necessário, até representar a situação do mesmo operon, porém na condição 2.

Durante as estratégias de movimentação das peças, saindo da condição 1 para a condição 2, os colegas da equipe filmaram com seus dispositivos eletrônicos (celulares) a explicação e ação do colega que fazia a partida. Após a participação de todos os membros da equipe e a interpretação de todos os ambientes, o gabarito descritivo foi entregue, para que os estudantes comparassem suas filmagens com a movimentação correta esperada, obtendo o *feedback* das jogadas e descobrindo com autonomia seus erros e acertos. O professor fez rodízio entre as equipes, interagindo com os estudantes e orientando possíveis dúvidas.

A aplicação do jogo ocorreu durante um encontro presencial de 3h/aula (2h:30min), no segundo semestre do ano letivo de 2019, com 29 alunos participando desta etapa. Neste momento também foi aplicado um questionário visando analisar a dinâmica e o material, e não o conteúdo sobre regulação da expressão gênica em si.

5.3 O método *Just-in-time teaching* + Mentimeter

Esta metodologia foi proposta aos alunos no início de cada novo conteúdo, conforme o planejamento da disciplina de Biologia Molecular Aplicada. A escolha do material de leitura para preparo prévio dos estudantes foram os livros didáticos disponíveis no recurso digital “minha biblioteca”, uma plataforma com amplo acervo multidisciplinar de *e-books*, acessada de forma gratuita para todos os estudantes matriculados na instituição.

Para o exercício de aquecimento realizados a partir do estudo do material de leitura, foram elaboradas questões dissertativas, denominadas “Questões de Estudo Dirigido” (QED). Para a resolução das mesmas os alunos eram orientados a redigir as perguntas e as respostas em seu caderno ou fichários de anotações de aula, contribuindo para a escrita e organização textual. Os QEDs eram curtos, contendo no máximo seis questões e que abordavam conceitos e pontos relevantes do conteúdo que seria exposto durante o encontro presencial.

A indicação do livro, junto com informações relevantes como capítulo, paginação e tópicos a serem estudados, juntamente com o QED, foram disponibilizados para os alunos através do ambiente virtual de aprendizagem (AVA), uma semana antes da aula. As explicações do conteúdo ocorreram durante a aula pela interação professor-aluno através da discussão gerada a partir de recursos presentes na plataforma Mentimeter, quadro negro e projetor de slides com imagens.

Nos encontros presenciais da disciplina de Genética, foram utilizados três recursos diferentes da plataforma Mentimeter, onde:

1°. “Nuvem de palavras”: Neste recurso os alunos citaram de maneira individual, de três à cinco palavras ou conceitos que foram aprendidos ou que lembraram ter lido durante seu preparo prévio. Utilizamos essa ferramenta como opção para iniciar a discussão em grupo, utilizando as palavras presentes na nuvem para conduzir os alunos aos conceitos mais importantes para compreensão do conteúdo, tendo em vista que o tamanho de determinadas palavras não receberam o destaque necessário conforme sua relevância.

2. “Competição de quiz”: Utilizando como base o material de leitura e os exercícios de aquecimento realizados de forma dissertativa, cinco questões de múltipla escolha foram criadas, enfatizando tópicos e conceitos relevantes para compreensão do conteúdo. A cada pergunta, após o tempo limite de 25 segundos para resposta, o resultado do grupo e a identificação da resposta correta eram instantaneamente

exibidas na tela de projeção. Antes de mudar para a próxima pergunta do quiz, uma discussão interativa com a turma era feita, visando estimular a participação dos estudantes para justificar as respostas erradas, e reforçando a informação correta. Conforme a porcentagem de acertos e a discussão interativa, foi possível identificar os pontos de maior dificuldade dos alunos, e utilizar a etiqueta “just-in-time” da metodologia JiTT. Para este momento, e conforme a necessidade de maiores esclarecimentos sobre um determinado ponto do conteúdo, parte da aula ocorreu na forma de palestra, com o auxílio de imagens previamente selecionadas, que contribuíram como recurso visual para ajudar os estudantes à compreenderem suas maiores dificuldades. Ao final do quizz, o número de acerto de cada aluno associado ao tempo para responder cada questão, gerava à ele uma pontuação final que o colocava em uma posição do jogo, sendo desta forma, acrescentado às aulas o método de gamificação como estratégia de aprendizagem.

3) Opção “Perguntas e Respostas”: Este foi o momento final da aula, onde os alunos fizeram perguntas anônimas, para esclarecer possíveis dúvidas que surgiram ao longo da aula presencial.

Um encontro presencial de 3h/aula foi necessário para realizar todas as atividades presenciais propostas. Os recursos disponíveis na plataforma Mentimeter e a criação de apresentações interativas foram realizadas através do acesso à página da web www.mentimeter.com. Durante o encontro presencial, para participarem da aula interativa, os alunos acessaram a Plataforma Mentimeter através da página da web www.menti.com e inseriram o código numérico da apresentação criada pelo professor, através de seus dispositivos móveis. Mais de uma apresentação foi elaborada por aula, tendo em vista o limite de slides ofertados no plano gratuito da plataforma.

5.4 O método *Team Based Learning* (TBL)

A aplicação do método TBL ocorreu em um número menor de encontros presenciais, pois tinha como objetivo aprofundar temas e conceitos relacionados aos conteúdos que foram trabalhados anteriormente no método JiTT + Mentimeter.

Os TBL's foram aplicados em uma carga horária de 3h/aula (2h30min), sendo que nos primeiros 40 minutos de aula, os alunos resolviam o iRAT, sem consulta a qualquer material, e contemplando neste tempo, o preenchimento do gabarito para a

distribuição dos cinco pontos, a caneta e sem rasuras. Ao término do tempo de 40 minutos, os gabaritos foram conferidos e os alunos ficavam livres para montar suas equipes de 3 a 5 integrantes, dispondo a partir deste momento de mais 40 minutos para realizar a discussão em grupo e organizar suas apostas em um gabarito adaptado.

As atividades do TBL foram realizadas antes da aula presencial, durante a aula e após a aula, organizadas em três etapas: 1. Preparo prévio dos alunos fora da sala de aula; 2. Testes de garantia de aprendizagem (*Readiness Assurance Test* - RAT) realizados durante a aula de maneira individual e em equipes; 3. Aplicação dos conceitos aprendidos através de tarefas diversas.

Para a etapa 1 o material de estudo escolhido para atividade de preparo prévio foram artigos que após selecionados eram disponibilizados para os estudantes através do ambiente virtual de aprendizagem (AVA) sete dias antes do encontro presencial e com orientações sobre a importância do aprofundamento do tema e aquisição de novos conhecimentos, lembrando os estudantes da necessidade de um bom preparo para a realização dos Testes de garantia de aprendizagem que serão aplicados na próxima etapa.

A etapa 2 ocorreu durante o encontro presencial, onde testes previamente elaborados a partir do artigo selecionado, continham 10 questões de múltipla escolha, e foram igualmente aplicados para todos os estudantes em dois momentos diferentes. No primeiro momento os alunos dispunham de 40 minutos para resolverem o Teste de garantia de aprendizagem de forma individual (*Individual Readiness Assurance Test* – iRAT), sem consulta a qualquer material e com o preenchimento à caneta e sem rasuras do gabarito de apostas, característico nessa etapa. Após o término do tempo, foram feitas as conferências dos gabaritos de todos os alunos, a fim de evitar que estes mudassem suas apostas no decorrer da aula. Em um segundo momento, equipes de três alunos, dispunham de mais 40 minutos para discutir as questões do teste e organizar suas apostas no gabarito adaptado (*Team Readiness Assurance Test* – tRAT). No gabarito adaptado, para cada uma das questões, as equipes chegavam a um consenso sobre a veracidade das alternativas de respostas e criavam uma ordem de apostas, onde na primeira aposta era colocado a letra da alternativa que julgavam ser a correta, anotando nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de relevância.

Ao final da resolução do tRAT e ainda no mesmo encontro presencial, as questões foram debatidas, com a participação ativa dos alunos, onde as equipes apresentavam ao grupo *feedbacks* de resposta para questões diferentes, expondo suas visões de alternativas certas ou erradas. Conforme identificação da alternativa de resposta correta, cada aluno conferiu sua pontuação no iRAT e em equipe sua pontuação no tRAT, gerando a cada estudante uma nota final com base nas apostas feitas em cada alternativa correta, que serviu como nota parcial para disciplina de Genética à cada trimestre. A resolução e discussão dos testes ocorreram em um mesmo encontro presencial com carga horária de 3h/aula (2h30min). Um cronômetro selecionado à partir de páginas da internet ficava projetado na tela para que os alunos não ultrapassassem o tempo de 40 minutos estipulado em cada teste de garantia de preparo (iRAT e tRAT).

Antes de finalizar o encontro presencial os alunos foram orientados, quando necessário, sobre os materiais que deveriam levar para o próximo encontro, a fim de realizar a Etapa 3 do TBL, como por exemplo, canetas coloridas, canetinhas, cartolinas, *notbooks*, jaleco, entre outros. Esta etapa, que visa aplicar os conceitos aprendidos na etapa 1 e 2, foi realizada através de diferentes atividades práticas e ativas, propostas igualmente para todas as equipes.

5.5 Junção das metodologias

Em aulas de Genética Molecular, por exemplo, duas aulas JiTT + Mentimeter foram necessárias antes da aplicação de um TBL. A primeira aula da metodologia JiTT dependeu da leitura do capítulo do livro que abordava a “estrutura do material genético”; para a segunda aula, o capítulo do livro sugerido foi sobre “replicação do DNA”. Para aprofundar estes temas através do método TBL, um artigo sobre a PCR – reação em cadeia de polimerase, uma técnica muito utilizada na Biotecnologia, que amplifica com sucesso segmentos *in-vitro* de DNA, foi selecionado no período Genética na Escola. Para a etapa de aplicação de conceitos do TBL, os alunos foram para o laboratório e simularam o preparo de uma reação de PCR, conforme os passos no protocolo de ação.

5.6 Questionário diagnóstico

A fim de validar a efetividade dos objetivos das metodologias e a percepção dos alunos, dois questionários foram elaborados e aplicados de forma presencial, em material impresso e mantendo o anonimato dos estudantes. Toda a turma estava ciente da colaboração para este estudo e ficavam livres para responder ou não aos questionários, que passaram pela análise e opinião de dois professores com experiência na área:

- 1) Professor Dr. Luciano Blaus, pedagogo com especialização na área de educação superior, mestre e doutor em educação (ID Lattes: 2058466529771431)
- 2) Professora Mr. Samia Moreira Akel, fisioterapeuta, mestre em Fisiologia, doutoranda em Ciências da Saúde, defensora das metodologias ativas e inovação acadêmica (ID Lattes: 1183450293495998).

O primeiro questionário, aplicado ao final do primeiro semestre do ano letivo de 2019 contou com perguntas fechadas tricotômicas, avaliação por nota e espaço aberto para comentários (Anexo 1); o segundo questionário, aplicado ao final do segundo semestre do mesmo ano, continham afirmativas onde os alunos manifestavam o quanto eles concordavam ou discordavam da informação e espaço aberto para comentários (Anexo 2).

Para concluir a nota final de avaliação do método JiTT e TBL foi realizado a média entre as notas atribuídas pelos alunos. Para as questões fechadas, sejam elas tricômicas ou de grau de concordância, foram realizadas regras de três para obtenção de uma taxa percentual a partir do número real de alunos.

6. DESENVOLVIMENTO.

Esta seção será apresentada no formato de artigos científicos.

O primeiro artigo titulado como “AmEG: ambientes e expressão gênica” foi publicado em 1º de setembro de 2022, no V.17, n.2, na sessão Material Didático (página 191 à 214), da Revista Genética na Escola (Qualis C – CB1), da Sociedade Brasileira de Genética. O artigo apresenta um jogo sobre a regulação da expressão gênica em organismos procariontes, visando diminuir a abstração do tema e aumentar o interesse dos estudantes (Material Suplementar).

O segundo artigo: “Uso de metodologias ativas no Ensino Superior: Um relato de experiência.” Será submetido após a defesa, ao periódico Teoria e Prática da Educação (Qualis B1– CB1), publicada pelo Departamento de Teoria e Prática da Educação e pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O artigo tem o objetivo de relatar uma experiência de aplicação de três metodologias ativas, em uma disciplina de Genética na Educação Superior.

6.1 Metodologias ativas no Ensino Superior: Um relato de experiência.

Shenia Pedro Bom da Silva¹, Iris Hass¹

¹ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Genética, Laboratório de Educação Científica, Curitiba, PR

Autor para correspondência - shenia.silva@yahoo.com.br

Resumo: Atualmente, as instituições de ensino vêm exigindo do corpo docente a implementação das metodologias ativas no processo de aprendizagem, buscando uma mudança na postura do aluno, que deve se tornar protagonista de sua história acadêmica. Estas metodologias, a tempos utilizadas em universidades estrangeiras, vêm sendo difundidas em instituições de ensino superior em todo Brasil. Visando contribuir com os docentes que enfrentam dificuldades diante as exigências de um ensino inovador, esse artigo tem como objetivo relatar uma experiência de utilização de duas metodologias ativas: JiTT + Mentimeter e TBL, para o ensino de Genética na Educação Superior. Os dados obtidos em um questionário diagnóstico e às percepções do professor no decorrer das aulas, revelam que no método JiTT nem todos os alunos que faziam a leitura respondiam as perguntas propostas, pois 60%

dos estudantes sentiram-se estimulados em ler o material de apoio antes do encontro presencial, mas apenas 23% aderiram a resolução dos exercícios de aquecimento. Na tentativa de aumentar a dedicação dos alunos ao preparo prévio, associamos ao JiTT o uso da plataforma Mentimeter, trazendo para as aulas a gamificação com estratégia pedagógica. A associação fortaleceu a metodologia JiTT mediante uma maior adesão dos estudantes na resolução dos exercícios de aquecimento, além do grande entusiasmo e satisfação durante as atividades de gamificação, meta que talvez não fosse atingida se o JiTT fosse aplicado separadamente. Para o TBL, 75% dos estudantes concordam que o método contribuiu com sua autonomia e responsabilidade pela aprendizagem, apontando contribuir para o protagonismo estudantil; e 83% relatam a importância do método para o incentivo do trabalho em equipe e responsabilidade pela aprendizagem dos colegas, objetivo relevante desta metodologia. Em nossa experiência foi possível perceber que complementar as aulas tradicionais com metodologias ativas de ensino aumentaram o interesse dos alunos pela disciplina de Biologia Molecular Aplicada no curso de Biomedicina e asseguraram o engajamento dos estudantes, o hábito de estudo, o desenvolvimento de habilidades e a autonomia sobre aprendizagem. Sendo assim, sugerimos o uso do método TBL e a associação da plataforma Mentimeter ao método JiTT para o ensino de genética em cursos de educação superior, e fornecemos ao docente um tutorial de aplicação das metodologias aqui apresentadas.

Palavras chave: *Just-in-time teaching*, Mentimeter, *Team based learning*, Ensino superior, Genética.

Abstract: Currently, educational institutions are demanding from the teaching staff the implementation of active methodologies in the learning process, seeking a change in the attitude of the student, who must become the protagonist of his academic history. These methodologies, used at times in foreign universities, have been disseminated in higher education institutions throughout Brazil. Aiming to contribute to teachers who face difficulties in the face of the demands of innovative teaching, this article aims to report an experience of using two active methodologies: JiTT + Mentimeter and TBL, for teaching Genetics in Higher Education. The data obtained from a diagnostic questionnaire and the teacher's perceptions during the classes reveal that

in the JiTT method, not all students who did the reading answered the proposed questions, as 60% of the students felt encouraged to read the support material. before the face-to-face meeting, but only 23% adhered to the resolution of the warm-up exercises. In an attempt to increase students' dedication to prior preparation, we associated JiTT with the use of the Mentimeter platform, bringing gamification to classes with a pedagogical strategy. The association strengthened the JiTT methodology through greater student engagement in solving the warm-up exercises, in addition to the great enthusiasm and satisfaction during the gamification activities, a goal that perhaps would not have been achieved if JiTT were applied separately. For TBL, 75% of students agree that the method contributed to their autonomy and responsibility for learning, pointing to contributing to student protagonism; and 83% report the importance of the method for encouraging teamwork and responsibility for colleagues' learning, a relevant objective of this methodology. In our experience, it was possible to notice that complementing traditional classes with active teaching methodologies increased students' interest in the discipline of Applied Molecular Biology in the Biomedicine course and ensured student engagement, study habits, skills development and autonomy about learning. Therefore, we suggest the use of the TBL method and the association of the Mentimeter platform with the JiTT method for teaching genetics in higher education courses, and we provide teachers with a tutorial on the application of the methodologies presented here.

Keywords: Just-in-time teaching, Mentimeter, Team based learning, Higher education, Genetics.

- INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os profissionais da área da educação vêm percebendo a propagação de alunos com falta de interesse pelos estudos, com a acomodada posição passiva de aprendizagem e com afastamento total de autonomia na construção dos conhecimentos. A evolução tecnológica, junto às mudanças sociais, faz com que a organização atual das instituições de ensino, não atendam às necessidades reais dos alunos, provocando falta de interesse pelo ensino, pelos conteúdos e pela forma como os professores conduzem suas aulas (SANTOS; SOARES, 2011).

Vista por muitos estudantes do ensino superior como uma barreira em sua trajetória educacional, por ser uma disciplina que trata de assuntos bastante abstratos, com terminologias complexas e de difícil compreensão, a genética se torna um assunto frequente entre veteranos e calouros, iniciando um trauma antes mesmo do início da disciplina em si. Não se sabe ao certo o porquê de tanta dificuldade para compreender os assuntos relacionados à área da Genética, talvez seja por esta disciplina apresentar um grau de raciocínio complexo exigindo do aluno conhecimentos prévios e uma base teórica mais elevada (MOREIRA; SILVA, 2001; CANAL; BASTOS, 2001), ou por muitas vezes apresentar ligações com outras disciplinas que também são consideradas complexas, tais como biologia celular, bioquímica e biologia molecular (CARBONI; SOARES, 2001; SANTOS et.al., 2010), e quem sabe ainda, pela falta de uma metodologia adequada que facilite o processo ensino aprendizagem da disciplina em questão (SILVA; KALHIL, 2017).

Na educação superior, um dos grandes desafios é encontrar um caminho motivador para que o aluno desperte, saia do estado de repouso, de espectador, e desenvolva habilidades para atuarem no mercado de trabalho com competência e autonomia (PINTO, *et al.*, 2012). Visando contribuir para o debate sobre a importância de inovação na educação superior, Masseto (2004) destaca a necessidade de substituir a metodologia tradicional, baseada apenas em aulas expositivas, por metodologias que envolvam a participação ativa do aluno, estimulando os mesmos a terem mais responsabilidade pela própria aprendizagem (MASSETO, 2004). A educação acadêmica voltada para as famosas metodologias ativas, incentiva os estudantes a serem protagonistas do seu próprio processo de ensino e aprendizagem, mudando de postura e tornando-se mais dedicado, autônomo e responsável (BERBEL, 2011).

Neste contexto, Bergmann e Sams (2012) propuseram uma abordagem de Sala de aula invertida (*flipped classroom*), onde o trabalho que se refere à transmissão dos conteúdos pelo professor e sua compreensão pelo aluno, poderia ocorrer por meio do uso das TICs (BERGMANN; SAMS, 2012). Suhr (2016) sugere que na estratégia de associar as TICs com metodologias ativas, os conteúdos e as instruções de estudo devem ser enviados aos alunos por alguma plataforma virtual de aprendizagem, e estes se tornam responsáveis pelo estudo prévio à aula (SUHR, 2016). Assim, os encontros presenciais passam a ser um local onde estes conteúdos

serão abordados por meio de atividades diversas, como discussões em grupo, criação de projetos, resoluções de problemas, atividades experimentais, jogos didáticos, entre outros (VALENTE, 2014; BERGMANN; SAMS, 2016), permitindo que os estudantes testem seus conhecimentos e identifiquem suas maiores dificuldades (SUHR, 2016).

As duas metodologias aqui apresentadas JiTT e o TBL, buscam o protagonismo dos estudantes, e possuem poucos registros na literatura para a área de Genética. Para o sucesso do método *Just-in-time teaching* (JiTT) – traduzido para “ensino sobre medida” (EsM) – que foi criado em 1999 pelo professor Gregory M. Novack e colaboradores, é necessário o envolvimento do professor e dos alunos em tarefas diferentes. O aluno estará envolvido em uma preparação fora da sala de aula, através da leitura prévia de material que aborde o conteúdo que será visto durante a aula presencial, além da resolução de atividades, conhecidas como exercícios de aquecimento (*WarmUp exercise*). Cabe ao professor escolher um material específico para contato prévio dos alunos, elaborar as questões para os exercícios de aquecimento, avaliar as respostas dos alunos e assim, utilizar o tempo da aula presencial para esclarecer os pontos que os alunos não compreenderam, aprofundando a discussão sobre os conhecimentos (NOVAK *et al.*, 1999). Criado no final dos anos 1970 por Larry Michaelsen, o Team Based Learning – traduzido como “aprendizagem baseada em equipes” (ABE) – é um método de aprendizagem dinâmico, que proporciona um ambiente motivador e colaborativo. Mesmo havendo uma sutil competição entre os alunos, a produção coletiva é realmente valorizada através de estratégias como o gerenciamento de equipes, tarefas de familiarização com o conteúdo, aplicação de conceitos e exposição de ideias (OLIVEIRA, *et al.*, 2018).

Embora muito tenha se falado e discutido sobre as metodologias ativas nos últimos anos, dados recentes mostram que os docentes apresentam dificuldades em dois passos: 1. Aprender novas metodologias de ensino; e 2. Aplicar essa metodologia em sala de aula. No primeiro passo, professores relataram a falta de tempo necessário para se atualizar e aprender novas formas de ensinar e a compreensão sobre como empregar os novos métodos. No segundo, relatam a falta de habilidade na utilização de metodologias ativas em sala de aula e o enfrentamento à resistência estabelecida pela cultura tradicional (NASCIMENTO, *et*

al., 2019). Por outro lado, pesquisas comprovam que as metodologias ativas levam os estudantes a serem mais interessados pelas disciplinas de sala de aula, mais participativos durante as aulas, mais responsáveis com o estudo, desenvolvendo o senso crítico e a autonomia (STROHSCHOEN, *et al.*, 2018).

Na constante fala das coordenações de curso, orientando a necessidade de inserir as metodologias ativas como uma estratégia pedagógica, faz-se necessário o replanejamento das aulas e a busca por informações sobre os métodos de ensino com a participação ativa do aluno, onde a responsabilidade pela aprendizagem depende diretamente de sua atividade. Visando contribuir com os docentes que enfrentam dificuldades diante as exigências de um ensino inovador, esse artigo tem como objetivo relatar uma experiência positiva da utilização de três metodologias ativas, para o ensino de Genética na Educação Superior.

- METODOLOGIAS

Público

Estudantes do curso de Biomedicina de uma Universidade privada, na cidade de Curitiba-PR. As metodologias foram aplicadas no ano letivo de 2019, na disciplina anual de Biologia Molecular Aplicada, para o turno da noite, com 3h/aula semanais geminadas. Durante o primeiro semestre, haviam 26 alunos matriculados e no segundo semestre, 29 alunos matriculados.

O método *Just-in-time teaching* + Mentimeter

Esta metodologia foi proposta aos alunos no início de cada novo conteúdo, conforme o plano de aula. A escolha do material de leitura para preparo prévio dos alunos foram os livros didáticos disponíveis no recurso digital “minha biblioteca”, uma plataforma com amplo acervo multidisciplinar de *e-books* que é disponibilizada aos alunos matriculados na instituição.

Para o exercício de aquecimento realizados a partir do estudo do material de leitura, foram elaboradas questões dissertativas, denominadas “Questões de Estudo Dirigido” (QED). Para a resolução das mesmas os alunos eram orientados a redigir as perguntas e as respostas em seu caderno ou fichários de anotações de aula, contribuindo para a escrita e organização textual. Os QEDs eram curtos, contendo

no máximo seis questões e que abordavam conceitos e pontos relevantes do conteúdo que seria exposto durante o encontro presencial.

A indicação do livro, junto com informações relevantes como capítulo, paginação e tópicos a serem estudados, juntamente com o QED, foram disponibilizados para os alunos através do ambiente virtual de aprendizagem (AVA), uma semana antes da aula. As explicações do conteúdo ocorreram durante a aula pela interação professor-aluno através da discussão gerada a partir de recursos presentes na plataforma Mentimeter, quadro negro e projetor de slides com imagens.

Nos encontros presenciais da disciplina de Genética, foram utilizados três recursos diferentes da plataforma Mentimeter, onde:

1°. “Nuvem de palavras”: Neste recurso os alunos citaram de maneira individual, de três à cinco palavras ou conceitos que foram aprendidos ou que lembraram ter lido durante seu preparo prévio. Utilizamos essa ferramenta como opção para iniciar a discussão em grupo, utilizando as palavras presentes na nuvem para conduzir os alunos aos conceitos mais importantes para compreensão do conteúdo, tendo em vista que o tamanho de determinadas palavras não receberam o destaque necessário conforme sua relevância.

2. “Competição de *quiz*”: Utilizando como base o material de leitura e os exercícios de aquecimento realizados de forma dissertativa, cinco questões múltipla escolha foram criadas, enaltecendo tópicos e conceitos relevantes para compreensão do conteúdo. A cada pergunta, após o tempo limite de 25 segundos para resposta, o resultado do grupo e a identificação da resposta correta eram instantaneamente exibidas na tela de projeção. Antes de mudar para a próxima pergunta do quiz, uma discussão interativa com a turma era feita, visando estimular a participação dos estudantes para justificar as respostas erradas, e reforçando a informação correta. Conforme a porcentagem de acertos e a discussão interativa, foi possível identificar os pontos de maior dificuldade dos alunos, e utilizar a etiqueta “*just-in-time*” da metodologia JiTT. Para este momento, e conforme a necessidade de maiores esclarecimentos sobre um determinado ponto do conteúdo, parte da aula ocorreu na forma de palestra, com o auxílio de imagens previamente selecionadas, que contribuíram como recurso visual para ajudar os estudantes a compreenderem suas maiores dificuldades. Ao final do *quiz*, o número de acerto de cada aluno associado ao tempo para responder cada questão, gerava à ele uma pontuação final que o

colocava em uma posição do jogo, sendo desta forma, acrescentado às aulas o método de gamificação como estratégia de aprendizagem.

3) Opção “Perguntas e Respostas”: Este foi o momento final da aula, onde os alunos fizeram perguntas anônimas, para esclarecer possíveis dúvidas que surgiram ao longo da aula presencial.

Um encontro presencial de 3h/aula foi necessário para realizar todas as atividades presenciais propostas. Os recursos disponíveis na plataforma Mentimeter e a criação de apresentações interativas foram realizadas através do acesso à página da web www.mentimeter.com. Durante o encontro presencial, para participarem da aula interativa, os alunos acessaram a Plataforma Mentimeter através da página da web www.menti.com e inseriram o código numérico da apresentação criada pelo professor, através de seus dispositivos móveis. Mais de uma apresentação foi elaborada por aula, tendo em vista o limite de *slides* ofertados no plano gratuito da plataforma.

O método *Team Based Learning* (TBL)

A aplicação do método TBL ocorreu em um número menor de encontros presenciais, pois tinha como objetivo aprofundar temas relacionados aos conteúdos que foram trabalhados anteriormente no método JiTT + Mentimeter.

Os TBL's foram aplicados em uma carga horária de 3h/aula (2h30min), sendo que nos primeiros 40 minutos de aula, os alunos resolviam o iRAT, sem consulta a qualquer material, e contemplando neste tempo, o preenchimento do gabarito para a distribuição dos cinco pontos, a caneta e sem rasuras. Ao término do tempo de 40 minutos, os gabaritos foram conferidos e os alunos ficavam livres para montar suas equipes de 3 a 5 integrantes, dispondo a partir deste momento de mais 40 minutos para realizar a discussão em grupo e organizar suas apostas em um gabarito adaptado.

As atividades do TBL foram realizadas antes da aula presencial, durante a aula e após a aula, organizadas em três etapas: 1. Preparo prévio dos alunos fora da sala de aula; 2. Testes de garantia de aprendizagem (*Readiness Assurance Test* - RAT) realizados durante a aula de maneira individual e em equipes; 3. Aplicação dos conceitos aprendidos através de tarefas diversas.

Para a etapa 1 o material de estudo escolhido para atividade de preparo prévio foram artigos que após selecionados eram disponibilizados para os estudantes através do ambiente virtual de aprendizagem (AVA) sete dias antes do encontro presencial e com orientações sobre a importância do aprofundamento do tema e aquisição de novos conhecimentos, lembrando os estudantes da necessidade de um bom preparo para a realização dos Testes de garantia de aprendizagem que serão aplicados na próxima etapa.

A etapa 2 ocorreu durante o encontro presencial, onde testes previamente elaborados a partir do artigo selecionado, continham 10 questões de múltipla escolha, e foram igualmente aplicados para todos os estudantes em dois momentos diferentes. No primeiro momento os alunos dispunham de 40 minutos para resolverem o Teste de garantia de aprendizagem de forma individual (*Individual Readiness Assurance Test* – iRAT), sem consulta a qualquer material e com o preenchimento à caneta e sem rasuras do gabarito de apostas, característico nessa etapa. Após o término do tempo, foram feitas as conferências dos gabaritos de todos os alunos, afim de evitar que estes mudassem suas apostas no decorrer da aula. Em um segundo momento, equipes de três alunos, dispunham de mais 40 minutos para discutir as questões do teste e organizar suas apostas no gabarito adaptado (*Team Readiness Assurance Test* – tRAT). No gabarito adaptado, para cada uma das questões, as equipes chegavam a um consenso sobre a veracidade das alternativas de respostas e criavam uma ordem de apostas, onde na primeira aposta era colocado a letra da alternativa que julgavam ser a correta, anotando nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de relevância.

Ao final da resolução do tRAT e ainda no mesmo encontro presencial, as questões foram debatidas, com a participação ativa dos alunos, onde as equipes apresentavam ao grupo *feedbacks* de resposta para questões diferentes, expondo suas visões de alternativas certas ou erradas. Conforme identificação da alternativa de resposta correta, cada aluno conferiu sua pontuação no iRAT e em equipe sua pontuação no tRAT, gerando a cada estudante uma nota final com base nas apostas feitas em cada alternativa correta, que serviu como nota parcial para disciplina de Genética à cada trimestre. A resolução e discussão dos testes ocorreram em um mesmo encontro presencial com carga horária de 3h/aula (2h30min). Um cronômetro selecionado a partir de páginas da internet ficava projetado na tela para que os

alunos não ultrapassassem o tempo de 40 minutos estipulado em cada teste de garantia de preparo (iRAT e tRAT).

Antes de finalizar o encontro presencial os alunos foram orientados, quando necessário, sobre os materiais que deveriam levar para o próximo encontro, a fim de realizar a Etapa 3 do TBL, como por exemplo, canetas coloridas, canetinhas, cartolinas, notebooks, jaleco, entre outros. Esta etapa, que visa aplicar os conceitos aprendidos na etapa 1 e 2, foi realizada através de diferentes atividades práticas e ativas, propostas igualmente para todas as equipes.

Junção das metodologias

Em aulas de Genética Molecular, por exemplo, duas aulas JiTT + Mentimeter foram necessárias antes da aplicação de um TBL. A primeira aula da metodologia JiTT dependeu da leitura do capítulo do livro que abordava a “estrutura do material genético”; para a segunda aula, o capítulo do livro sugerido foi sobre “replicação do DNA”. Para aprofundar estes temas através do método TBL, um artigo sobre a PCR – reação em cadeia de polimerase, uma técnica muito utilizada na Biotecnologia, que amplifica com sucesso segmentos *in-vitro* de DNA, foi selecionado no período Genética na Escola. Para a etapa de aplicação de conceitos do TBL, os alunos foram para o laboratório e simularam o preparo de uma reação de PCR, conforme os passos no protocolo de ação.

Questionário diagnóstico

Um questionário diagnóstico com questões que assumem forma de pesquisa de opinião, teve como objetivo avaliar as metodologias JiTT e TBL e a aceitação destas metodologias pelos alunos (Anexo I e II).

Os questionários, respondidos anonimamente, foram elaborados pensando no objetivo do método, onde para o método JiTT é esperado que o aluno assuma a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando tarefas prévias, baseado geralmente em leitura e resolução de questões. A familiarização com o conteúdo através das atividades realizadas em horários extras, visam contribuir para uma melhor compreensão das explicações efetuadas pelo professor durante a aula. Já para o método TBL é esperado que o aluno assuma a responsabilidade individual de aprofundar o conhecimento e aumentar a fixação do conteúdo previamente exposto

em aula, além de assumir a responsabilidade coletiva da aprendizagem, auxiliando em possíveis dúvidas dos colegas de equipe.

A aplicação dos questionário para levantamento de opinião dos alunos e validação das metodologias, ocorreu de forma presencial, em papel impresso, ao final de cada semestre do ano letivo de 2019. No primeiro semestre, para cada método (JiTT e TBL) haviam quatro questões fechadas tricotômicas (sim, não, talvez), nota de avaliação para o uso do método na educação e espaço aberto para comentários e sugestões. No segundo semestre, o questionário também dividido por método, continha cinco afirmativas onde os alunos manifestavam o quanto eles concordavam ou discordavam da afirmação e espaço aberto para comentários.

Para concluir a nota final de avaliação do método JiTT e TBL foi realizado a média entre as notas atribuídas pelos alunos. Para as questões fechadas, sejam elas tricômicas ou de grau de concordância, foram realizadas regras de três para obtenção de uma taxa percentual a partir do número real de alunos.

- Resultados

Da análise dos questionários diagnóstico:

No questionário investigativo aplicado no primeiro semestre um total de 15 alunos participaram, representando 57,7% da turma. No questionário investigativo aplicado no segundo semestre um total de 24 alunos participaram, totalizando 82,7% da turma. Os resultados serão apresentados por métodos, seguidos de semestres.

- Avaliação do método *Justi-in-time teaching* (JiTT).

Na análise do questionário sobre o método JiTT aplicado no 1º semestre, ao verificar o interesse dos alunos em continuar com a aplicação da metodologia no segundo semestre, não houveram objeções, atingindo uma porcentagem de 100% de concordância para a continuação do JiTT. Ao serem questionados se o QED pré aula os estimulou a ler os capítulos de livros sugeridos para a etapa de preparo, 60% concordaram sentiram-se estimulados a ler os capítulos dos livros sugeridos, enquanto que 20% responderam nem tanto e os 20% restantes afirmaram não se sentirem estimulados (Gráfico 1.A). Sobre a frequência com que respondiam o QED pré aula, apenas 23% afirmam ter respondido todos os QEDs, 15% relataram não responder à nenhum e 62% responderam parcialmente (Gráfico 1.B). A maioria dos

alunos (78%) concordam que a realização das tarefas prévias colaboram para a compreensão do conteúdo durante a aula expositiva (Gráfico 1.C). Dando continuidade a avaliação feita pelos alunos, foi questionado qual nota de 0 a 10 eles dariam para a utilização do método JiTT na educação. As notas ficaram entre 6 e 10 finalizando uma média 8,0 (conceito B), sendo deliberado como um método “bom” para recurso de aprendizagem (Gráfico 2).

Na análise do 2º semestre, concluímos na afirmativa 1 que 54,2% dos alunos acreditam que o QED pré aula aplicado para testar o método JiTT auxilia muito para a compreensão do conteúdo, enquanto que 33,3% acreditam auxiliar parcialmente; ao oposto disso, 8,3% consentem que o método não auxiliou para compreensão do conteúdo e 4,1% ponderam ter gerado mais dúvidas (Gráfico 3). Ao serem contestados, na afirmativa 2, sobre a motivação que o método gera em relação a novos questionamentos e busca de respostas, não houve discordância total e apesar de um aluno discordar parcialmente, em 96% dos casos houve concordância sobre a afirmação. Na afirmativa 3 que examinou o uso de livros didáticos e o incentivo à leitura, houve um empate entre discordar parcialmente (20,8%) e concordar totalmente (20,8%); sendo que exatos 50% do grupo avaliado concorda que é importante o uso do livro didático para construção de conhecimento e hábitos de leitura. Visando avaliar a conexão das informações adquiridas nas atividades pré-aula e a compreensão das mesmas durante aula expositiva, a afirmativa 4 não teve discordância total e nos mostra que 79,2% dos alunos concordam com a relação entre o conteúdo visto sem o auxílio do professor e o favorecimento da compreensão dos mesmos durante a explicação em aula. Ao serem questionados, na afirmativa 5, sobre a autonomia da aprendizagem, a discordância total atingiu 4,2% dos casos enquanto que os concordantes de que o método ajudou a construir conceitos e conhecimento de forma autônoma, somam 79,2% deles (Gráfico 4).

Apenas três alunos (12,5%) utilizaram o espaço aberto para “possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método JiTT”, onde relataram: Aluno 1. “Não tenho muito hábito de ler, deixo para tirar as dúvidas em aula.”; Aluno 2. “Disponibilizar por escrito a resolução dos QED’s após a aula.”; e Aluno 3. “Passar o gabarito das respostas após a aula expositiva.”

- Análise do Método *Team based learning* (TBL)

Na análise do TBL a aceitação do método pelos alunos é satisfatória, sendo que grande parte da turma avaliada - 80% dos casos (Gráfico 5.A) - concorda que a aprendizagem baseada em equipes auxilia tanto de forma individual, favorecendo a fixação e compreensão do conteúdo, quanto de forma coletiva, discutindo as questões em equipe e buscando consenso da resposta correta. Sobre o uso de artigos científicos como material base para etapa de preparo, apesar de 58% concordar que esse material é uma boa alternativa para aprofundar o conhecimento, 21% dos estudantes mostram uma negativa frente a esse material e os 21% restantes alegaram não ajudar tanto (Gráfico 5.B). Não houve negativa quanto ao uso do TBL como ferramenta didática para fechamento de conteúdo (Gráfico 5.C). Ao serem questionados sobre uma nota de 0 a 10 para a utilização do método TBL na educação, houve variação de escolha entre 6 e 10 finalizando uma média 8,3 (conceito B), deliberado o método como um “bom” recurso de aprendizagem (Gráfico 6).

Apenas cinco alunos (33,3%) utilizaram o espaço aberto “observações e comentários sobre os métodos aplicados” para expressar algum tipo de opinião: Aluno 1. *“Estou muito orgulhosa de como as aulas estão sendo ministradas. Consigo observar que você está se esforçando e fazendo isso com amor, e tudo que colocamos amor só melhora, até mesmo a tão difícil BIOMOL :) Continue assim.”*; Aluno 2. *“Adorei as metodologias. A profe está arrasando.”*; Aluno 3. *“A utilização dos métodos são bons, porém as vezes a utilização de artigos para ler em casa atrapalha, devido à grande quantidade de conteúdo de outras matérias, além de atividades extracurriculares.”*; Aluno 4. *“Os nomes são criativos e chamam a atenção.”*; e Aluno 5. *“Eu gostei muito dos métodos aplicados, principalmente o TBL, pois proporciona discussão em classe e essa troca de ideias ajudou muito na fixação do conteúdo.”*

Entre as questões fechadas, para avaliação do método TBL no 2º semestre, a afirmativa 1, que intenciona avaliar se o método TBL auxilia na compreensão do conteúdo, 41,6% concordam que auxilia muito, enquanto que 50% consentem auxiliar parcialmente e apesar de 8,3% concordarem que o método não auxiliou, o mesmo também não gerou mais dúvidas (Gráfico 7). Ao serem contestados, na afirmativa 2, se a metodologia contribuía para que eles aprendessem a interpretar questões, não houve discordância total e apesar de 12,5% discordarem

parcialmente, em 87,5% dos casos houve concordância sobre a afirmação, sendo que destes 50% a concordância foi total. A afirmativa 3 que referia sobre o conteúdo do material extra, teve 83,3% de concordância de que estes traziam novas informações e conceitos, além dos trabalhados na aula expositiva. Ao avaliarmos na afirmativa 4 se a metodologia gerava autonomia e responsabilidade nos alunos perante sua aprendizagem; destes 25% discordam parcialmente da afirmação, 33,3% concordam e 41,7% concordam totalmente. Na afirmativa 5, 29,2% concordam e 54,2% concordam totalmente que o TBL incentiva o trabalho em equipe e contribui para aprendizagem dos colegas, sendo que apenas 16,6% discordam parcialmente desta afirmação (Gráfico 8).

Apenas dois alunos (8,3%) utilizaram o espaço aberto para “possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método TBL”, onde relataram: Aluno 1. *“Não foi um método o qual gostei, particularmente.”*; e Aluno 2. *“Adorei o método do TBL.”*

Das percepções do professor:

O uso da metodologia JiTT como ferramenta didática frequente, permitiu a percepção de que a correção individual dos exercícios de aquecimento e seleção parcial das respostas, ocupavam longos períodos de tempo extraclasse, o que torna o método desanimador e cansativo para o docente. Buscando uma alternativa para solucionar o problema, mas que ainda envolvesse a participação ativa do aluno, o sistema de avaliação de respostas propostas no método JiTT foi substituído pelo uso do Mentimeter, uma plataforma *online* usada para criar apresentações com retorno em tempo real, onde os alunos usam seus próprios dispositivos móveis (celulares, tablets, notebooks) para participar da atividade durante o encontro presencial.

Uma percepção importante no uso do Mentimeter foi de que os alunos se dedicavam mais a leitura do material de apoio e resolução dos exercícios de aquecimento do método JiTT, pois ao final da ferramenta “Competição de quiz” o número de acerto do estudante o coloca entre “os melhores”, tendo a primeira posição sempre ocupada por alguém. Na tentativa de ver seu nickname na tela final, os estudantes apresentaram melhoria no preparo prévio, dando mais atenção e se dedicando às propostas do JiTT, mostrando que estavam mais envolvidos com a disciplina e que melhoraram seus hábitos de estudo.

O uso de artigos científicos na língua inglesa como material de estudo para o método TBL gerou reclamações frequentes por parte dos estudantes, onde os mesmos alegavam falta de tempo para se dedicar a materiais complexos devido à outras atividades acadêmicas e vínculo empregatício. Os testes de garantia de preparo, aplicados nas duas primeiras vezes que o TBL foi utilizado, não tiveram bons resultados, os alunos se sentiram desmotivados e a discussão do grupo ficou truncada, provavelmente devido a ausência de estudo e preparo prévio. Ao substituir o material de estudo por artigos da revista Genética na Escola e outros em língua nativa, os alunos se mostraram mais ativos e participativos durante os encontros presenciais.

Ainda para o método TBL, a produção do gabarito de *feedback* imediato no estilo raspadinha, dependia para cada teste de garantia de preparo, do contato com uma empresa especializada neste tipo de material, o que demandava orçamento, verba e tempo de espera para produção. Motivada a evitar gastos e a dependência do trabalho de terceiros, elaboramos um gabarito adaptado (Anexo III) que manteve o princípio de aquisição de pontos por questão, conforme disposição das alternativas de resposta em ordem de aposta determinadas pelos membros da equipe, onde estes anotavam na primeira aposta a letra da alternativa que julgavam ser a correta, e nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de relevância. A aplicação do tRAT com o gabarito adaptado ocorreu de forma satisfatória, o *feedback* das questões e a veracidade das alternativas de respostas não foi imediato à resolução do teste, mas ocorreu no mesmo encontro presencial, através da discussão das questões pelos estudantes, mediante orientações do professor.

A metodologias JiTT associada a plataforma Mentimeter são estruturados e trabalhados 100% com recursos *on-line*; enquanto que a metodologia ativa TBL além de trabalhada com recursos *on-line*, depende da impressão de material (Testes de garantia de preparo e gabaritos). As orientações necessárias para o professor colocar em prática as metodologias estão organizadas em quadros no anexo IV.

- DISCUSSÃO

O debate sobre a importância do papel ativo do aluno na aprendizagem tem mobilizado, sobretudo, nos últimos anos, esforços significativos de estímulo a novas

práticas metodológicas. Sabe-se, que hoje em dia, existe uma grande necessidade de que os docentes do Ensino Superior desenvolvam competências profissionais para preparar os estudantes numa formação crítico social e que para isso é preciso, portanto, complementar as formas tradicionais de ensino por metodologias alternativas de aprendizagem, que podem ser utilizadas como recurso didático na prática docente cotidiana. Esta discussão, crescente nas universidades nos incentivou a aplicar novas práticas metodológicas em estudantes do curso de Biomedicina que mostravam desinteresse, dificuldade e apatia com a disciplina de Genética, provavelmente pela abstração de conteúdos, dificuldades na compreensão de conceitos, nomenclaturas peculiares e aula na forma de palestra unidirecional.

Uma diversidade de pesquisas mostrou que ensinar os alunos de graduação exclusivamente por meio de palestras não é uma maneira eficaz de ajudá-los a dominar os conceitos e que o corpo docente está cada vez mais envolvido na substituição de palestras por atividades de aprendizagem ativa em suas salas de aula (SMITCH; WOOD, 2016).

Nos primeiros encontros, a metodologia JiTT foi aplicada seguindo a proposta oficial, na qual o professor deve avaliar as respostas enviadas pelos alunos, afim de detectar as maiores dificuldades apresentadas pelo grupo; selecionar e organizar parte destas respostas na forma de slides, material que servirá como base para promover a discussão do conteúdo. Porém após a terceira aplicação do JiTT uma adaptação foi feita, e a plataforma Mentimeter ganha espaço como recurso educacional, com o objetivo de substituir a etapa trabalhosa de avaliação das respostas individuais dos alunos pelo professor (Figura 1).

Ao usarmos o JiTT, unido ao Mentimeter, nas aulas de Genética, procuramos verificar o que Novak propôs, quando declarou a metodologia como uma unidade pedagógica de aprendizagem ativa, que combinada à tecnologias, ajudam os alunos a se prepararem melhor para as atividades da sala de aula (NOVAK, *et al.* 1999). E neste contexto corroboramos com Gavrin (2006), que evidenciou que o ciclo de *feedback* entre o trabalho dos alunos em casa e o ambiente institucional, aumentou a interatividade na sala de aula e envolveu os alunos na aprendizagem, tornando o tempo disponível para aula melhor utilizado. Um objetivo importante do JiTT é promover um retorno entre a sala de aula e recursos da internet, onde ao avaliar as

respostas dos alunos, enviadas ao professor pelo AVA, como resultado dos exercícios de aquecimento, o docente seja capaz de identificar o nível de compreensão e as dificuldades dos estudantes (MARRS; NOVAK, 2004).

Embora muitos recursos possam ser utilizados como material de apoio para estudo prévio dos alunos, a nossa escolha ampara a visão de promover o contato do discente com o livro didático eletrônico e estimular o uso deste recurso ao decorrer dos anos e das disciplinas ofertadas no curso de Graduação. A escolha dos livros didáticos eletrônicos, presentes na plataforma “Minha Biblioteca”, como material de apoio para realização da metodologia JiTT, é defendido por Sun e colaboradores (2012), que acreditam que os instrumentos úteis fornecidos pelos livros didáticos eletrônicos, podem melhorar diretamente os resultados de aprendizagem dos alunos, aumentando sua confiança na resolução de problemas e no seu desempenho ao longo do curso, em termos de envolvimento e notas finais (SUN, *et al.*, 2012). O conteúdo dos livros didáticos em arquivos digitais é o mesmo que a versão impressa, porém é mais utilizado por conter textos que podem ser marcados e comentados, opção de pesquisa, ilustrações de alta qualidade, áudios, vídeos e outros recursos virtuais, contribuindo de diferentes formas na organização dos estudos e busca pelo conhecimento (WOOD, *et al.* 2010; DINH; LE, 2020).

Como os livros didáticos eletrônicos (*e-books*) apresentam grande potencial como ferramenta de aprendizagem inovadora, o estudante universitário deve ser incentivado pelas instituições e professores a usá-los, pois se não forem apresentados a este recurso, uma etapa importante da aprendizagem será desperdiçada (SUN *et al.*, 2012). As vantagens do uso dos livros didáticos eletrônicos se estendem aos professores, que podem utilizar as ilustrações para explicar conteúdos, criar atividades com mais facilidade, aperfeiçoar o tempo na elaboração de aulas e criar um ambiente de aprendizagem altamente interativo com seus alunos (DINH; LE, 2020). Ao empregarmos esta ferramenta, observamos que na turma de Biomedicina 70,8% dos alunos avaliados concordaram que foi importante o uso do livro didático para construção de conhecimento e hábitos de leitura. As imagens dos livros, exibidas em tela de projeção, foram utilizadas pelo professor para explicações durante a aula presencial e os alunos mostraram-se familiarizados com o material.

A oportunidade que a metodologia JiTT oferece para a utilização de textos e a sua interpretação para resolução dos exercícios dissertativos, certamente colabora com o período formativo do estudando universitário, considerando que Marquesin e colaboradores (2011) relataram que ao ingressar na Universidade uma das maiores dificuldades dos estudantes é passar por exigência fluente e eficiente da linguagem oral, e da clareza e coerência em produções escritas ao redigir trabalhos propostos pelas diversas disciplinas que devem cursar. Pesquisas apontam o escasso hábito de leitura entre os estudantes universitários e a deficiência de compreensão, sendo papel do professor oferecer oportunidades de leitura de bons textos e garantir o acesso a livros, conscientizando seus alunos que os hábitos de ler e escrever são atividades essenciais de habilidades para vida, proporcionando sua participação ativa em uma sociedade globalizada, sua inserção no mercado de trabalho cada vez mais exigente e restrito (MARQUESIN *et al.* 2011).

Avaliando os resultados do JiTT entre os anos de 1996 e 2001, Gavrin e colaboradores (2003) relataram que a média de reprovação diminuiu e que mais de 80% dos estudantes, em diversos níveis de escolaridade, relataram que o uso de questões prévias (*WarmUp exercise*) os mantem envolvidos com o material de estudo (GAVRIN, *et al.*, 2003). Apesar de não ser tão conhecido, o JiTT tem se mostrado uma ótima opção para avaliar o conhecimento prévio dos alunos e para formar hábitos de estudo antes da aula. As tarefas fora da aula aumentam o tempo de dedicação e estruturam a aprendizagem do estudante (ARAUJO; MAZUR, 2013). Nossos dados corroboram com os estudos anteriores, quando ao avaliar a opinião dos alunos sobre o QED, 60% concordam que se sentiram estimulados a fazer a leitura dos capítulos do livro e 78% afirmam compreender a explicação do conteúdo durante a aula.

Apesar de 60% dos alunos sentiram-se estimulados a ler os capítulos dos livros sugeridos, um alto índice (62%) relataram ter respondido ao QED parcialmente e apenas 23% aderiram a resolução total das questões. Podemos constatar que nem todos os alunos que faziam a leitura respondiam as perguntas do exercício de aquecimento propostas para o JiTT, e tendo em vista que todos os alunos avaliados concordaram com a continuidade desta metodologia como parte integral das aulas de Genética, era esperado um maior número de QEDs respondidos frequentemente. Ao associar a plataforma Mentimeter à essa metodologia foi perceptível o aumento

de alunos dedicados à responder o QED, talvez por que o quizzes na forma de gamificação, que resulta em uma classificação final, onde a cada aula o primeiro lugar era cada vez mais disputado pelos estudantes, serviu de grande estímulo para a leitura do material, busca pelo conhecimento e dedicação aos exercícios de aquecimento proposto no método JiTT. Esses achados corroboram com Hamari e colaboradores (2014) quando relatam que a ferramenta pedagógica de gamificação apesar de ter o lado vulnerável de aumentar a competitividade, é considerada positiva no contexto educacional, pois gera nos alunos maior motivação e envolvimento nas tarefas de aprendizagem, além de contribuir para que os mesmos realizarem as tarefas com prazer (HAMARI *et al.*, 2014).

Em nossos estudos associar o Mentimeter ao JiTT além de estimular os alunos ao estudo prévio devido a gamificação, também amenizou o trabalho de avaliar individualmente cada questão proposta nos exercícios de aquecimento do QED. A substituição da análise de respostas pelas apresentações interativa na plataforma dependeu da dedicação do professor em na elaborar perguntas para constituir o *quiz*. A exposição do mesmo conteúdo na forma de quiz múltipla escolha, propiciou um novo olhar para interpretação e análise do conhecimento, fazendo com que o estudante tivesse contato com formas diferenciadas de atividades e que podem surgir ao longo de sua vida.

O retorno imediato, através da tela de projeções, dos resultados atingidos com os recursos da plataforma Mentimeter beneficiou o professor e aluno: para o docente, uma forma clara de medir a compreensão dos estudantes e adaptar os esclarecimentos necessários sobre o conteúdo durante a aula; para o aluno, uma divertida competição que permitiu identificar seus erros e acertos, e também criar novas perspectivas e questionamentos sobre o conteúdo que está sendo trabalhado.

Foi nítida a aceitação dos alunos à metodologia Mentimeter, bem como o entusiasmo a cada resposta acertiva no *quiz*. Pichardo e colaboradores (2021) já haviam relatado que o uso da plataforma Mentimeter para processos educacionais gerava em um aumento significativo da atenção, concentração e participação dos alunos, promovendo inclusão e comprometimento ao processo de aprendizagem, além de possibilitar a inclusão de aprendizagem em ambientes *online*, favorecendo o perfil do aluno do século XXI. Avaliações de docentes sobre o uso do Mentimeter para fins pedagógicos foram positivas, e os mesmos atribuíram uma pontuação

média de 9,5/10 numa escala *Likert*, concordando fortemente com a frase “O *Mentimeter* é uma boa ferramenta para ensinar e aprender”. Aliado a isso, os alunos relataram que o *Mentimeter* incentivou a participação de membros tímidos do público, o que permitiu que todo grupo participasse da aula. Isso indica que os alunos também valorizam predominantemente o caráter participativo dessa ferramenta, facilitando o envolvimento de membros do público que não costumam participar (PICHARDO *et al.*, 2021). Para nós, o uso da plataforma também apresentou benefícios para as aulas de Genética na Biomedicina, fortalecendo a metodologia JiTT devido ao progresso dos alunos na dedicação dos exercícios de aquecimento, além do grande entusiasmo e satisfação durante as atividades de gamificação realizadas com o *Mentimeter* nos encontros presenciais, metas que talvez não fossem atingida caso o JiTT fosse aplicado separadamente.

A participação dos alunos durante as aulas pode se tornar um obstáculo para aqueles que são tímidos e introvertidos, não apresentando manifestação frente a suas opiniões, dúvidas e dificuldades. O uso de aplicativos e ou plataformas digitais, como o *Mentimeter*, que permitem a participação anônima dos estudantes, colaboram para estes casos, permitindo que todo o grupo, independentemente de sua capacidade interativa possua a experiência de testar seu conhecimento, expor suas ideias e tirar suas dúvidas (JUNIOR, 2020). Além disso, o anonimato (diferente de levantar as mãos) pode ser vantajoso para testar a compreensão dos alunos de forma mais independente. Nossas observações permitiram a percepção de uma participação crescente dos alunos durante as aulas, e mais dedicação as atividades do método JiTT, além do grande entusiasmo dos estudantes durante as atividades de gamificação. Com o uso do *Mentimeter*, foi acrescentando às aulas o método de gamificação como estratégia de aprendizagem, auxiliado na compreensão e interpretação de questões através da associação das perguntas dissertativas propostas no Questionário de Estudo Dirigido (QED) com as questões objetivas elaboradas na plataforma *Mentimeter* (competição de *quiz*).

O *Mentimeter* permite que os professores prepare e realize aulas inteiras por meio da plataforma, que está disponível em planos gratuitos e pagos, possibilita que vários profissionais de diversas áreas e professores criem apresentações com maior interação do público alvo (GARRETT, 2020), como por exemplo, elaboração de quizzes, espaço para perguntas, enquetes, imagens, gifs, gráficos, nuvem de

palavras, entre outros, criando um recurso divertido e interessante, de fundo lúdico e de fácil compreensão pelo aluno (PICHARDO *et al.*, 2021).

O uso do método TBL para as aulas de Genética, contou com atividades que foram realizadas em três etapas, envolvendo os alunos antes da aula presencial, durante a aula e após a aula. Na primeira etapa os estudantes, tinham sete dias para estudar o artigo selecionado e enviado pelo ambiente virtual. A segunda etapa envolveu a realização de testes de garantia de preparo (*Readiness Assurance Test - RAT*) durante o encontro presencial, tanto de maneira individual (iRAT) quanto em equipes (tRAT), para verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes através da leitura do artigo. A terceira etapa, necessária para que os estudantes apliquem os conceitos aprendidos com o estudo do artigo, envolveu tarefas diversas, como por exemplo, aulas práticas, elaboração de folders, produção de vídeos, mapas mentais, entre outros (Figura 2).

O método TBL aplicado para aprofundar os conteúdos básicos trabalhados em aulas anteriores através da metodologia JiTT + Mentimeter teve seu propósito atingido ao detectarmos através do questionário diagnóstico que 83,3% dos estudantes concordaram que a leitura dos artigos trouxeram novas informações que não foram previamente abordadas durante os encontros presenciais. Vale ressaltar, que o número de aulas envolvendo os conteúdos básicos (JiTT + Mentimeter) necessários para aplicação de um aprofundamento (TBL) é variável, e depende diretamente do ponto de vista e julgamento do professor.

O primeiro passo para o sucesso da aplicação do TBL em suas aulas, é se programar sobre quais conteúdos básicos são necessários para aplicar o aprofundamento do tema. Após esse planejamento, o próximo passo é buscar um bom material que sirva para o preparo prévio dos estudantes. É importante que todo o material seja enviado à turma, no mínimo, com uma semana de antecedência do encontro presencial. Não há nenhum tipo de regra ou contestação, sendo livre o roteiro a ser elaborado pelo docente, desde que este planeje, aplique e conduza as metodologias, sem esquecer da importante participação ativa dos alunos e autonomia dos mesmos na construção do conhecimento.

O uso de artigos científicos nas aulas de Genética como material para estudo prévio do método TBL gerou bastante desacordo entre os alunos, havendo diversas reclamações sobre a complexidade do texto e o uso de língua estrangeira. Apesar

disso, 58% dos alunos acreditam que os artigos eram boas alternativas de material de estudo e argumentaram sobre a importância deste material para a área da Biomedicina. Krug e colaboradores (2016) orientam que se a atividade de preparo do TBL envolve a leitura de um texto, este deve ser simples, de fácil leitura e não muito longos (KRUG *et al.*, 2016). Pensando neste contexto, passamos a selecionar a maior parte dos artigos na Revista Genética na Escola, da Sociedade Brasileira de Genética, que traz divulgação de informações científicas em linguagem acessível e de fácil compreensão, tendo seu uso estendido para professores e estudantes do Ensino Superior. A substituição dos artigos em língua estrangeira pelos da língua nativa foi assertiva, pois as reclamações da turma cessaram e a adesão de leitura do material de apoio foi maior, permitindo melhor desenvolvimento nas etapas sequenciais que envolvem essa metodologia.

Dando continuidade ao TBL, durante o encontro presencial faz-se necessário aplicar testes de garantia do preparo (RAT) que devem ser iguais para todos os estudantes e equipes, contendo em média 10 questões de múltipla escolha e que abordem os conceitos mais relevantes apresentados no material de preparo (KRUG, *et al.*, 2016). O número de questões elaboradas pode variar, dependendo da quantidade de hora/aula da disciplina, sendo que o ideal é a resolução do teste individual e em equipes, em um mesmo encontro presencial, sem consulta à qualquer material bibliográfico ou didático e que dure aproximadamente de 50 à 90 minutos (BOLLELA, *et al.* 2014). Em nossos encontros, a aplicação dos testes em 40 para o individual e 40 minutos para o em equipe, foram suficientes para resolução das 10 questões propostas em cada TBL e preenchimento do gabarito, totalizando 1h e 20min.

Para uma versão menos trabalhosa e financeiramente mais barata, o gabarito do teste em equipe (tRAT), que originalmente é feito na forma de rapadinha, foi adaptado para uma nova dinâmica, que mantém a mesma proposta, porém o retorno não será instantâneo. Nesta adaptação para cada uma das perguntas do teste os estudantes devem, após discussão, chegar a um consenso sobre a veracidade das alternativas de respostas, criando uma ordem de apostas, onde na primeira aposta deve ser colocada a letra da alternativa que julgarem a correta, anotando nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de relevância. Para pontuação, durante a correção do teste, a equipe que acertou a resposta como

primeira aposta o valor será de 5 pontos, caso a resposta correta seja a segunda aposta, o grupo pontuará 3 pontos, para a terceira aposta - 2 pontos, para a quarta aposta - 1 ponto e para a quinta aposta - 0 pontos. O *feedback* das questões e a veracidade das alternativas de respostas, ocorreu através da discussão do teste pelos estudantes e durou aproximadamente 1h, sendo necessário em algumas ocasiões a intervenção do professor na discussão para esclarecer questionamentos e equívocos.

Finalizando o TBL, na etapa de aplicação dos conceitos, algumas das atividades propostas foram realizadas ao longo da semana, em momentos extra classe e apresentadas durante o encontro presencial, como produção de vídeo, divulgação científica através de folder, redação de notícia para uma coluna de revista; outras atividades foram realizadas diretamente durante o encontro presencial, como aula prática em laboratório, mapa mental e aplicação de material didático lúdico.

Ao avaliarmos no questionário diagnóstico que 75% dos alunos concordaram que o método TBL gerou autonomia e responsabilidade, contribuindo para o protagonismo estudantil; e pelas percepções do professor na melhoria dos estudantes frente ao engajamento e comprometimento com a disciplina e envolvimento com as atividades propostas, a metodologia ativa TBL mostrou-se uma boa alternativa pedagógica para acompanhar as exigências atuais das instituições de ensino e da educação do século XXI, que visam o protagonismo dos estudantes. Nossos achados fortalecem os estudos de Michaelsen e colaboradores (2014), ao contatarem que após a aplicação do TBL a maioria dos alunos assumiu responsabilidade pela própria aprendizagem e pela aprendizagem dos colegas da equipe.

O TBL é uma estratégia educacional que tem sido amplamente utilizada na educação de profissionais da área da saúde, visando o desenvolvimento de competências fundamentais, como a responsabilização do aluno pela aquisição do próprio conhecimento, a tomada de decisão e o trabalho colaborativo e efetivo em equipe (KRUG, *et al.* 2016). Após a aplicação desta metodologia, nossos dados indicam que 83,4% dos estudantes concordam que o TBL incentiva o trabalho em equipe e contribui para aprendizagem dos colegas.

Adotar práticas que abordem menos conteúdos e mais habilidades pode parecer, à primeira vista, um contrassenso, devido à necessidade de cumprir com todos os conteúdos programados. Normalmente, para lidar com essas dificuldades, os professores optam por posturas pedagógicas que acabam por tornar o ensino homogêneo e inflexível. O ritmo das aulas é acelerado, o que não abre espaço para diálogos, perguntas e discussões. Os alunos não possuem tempo para compreender e produzir um novo conhecimento, já que, a todo o momento, novos conceitos são introduzidos, em uma luta incessante contra o tempo. Em todo esse percurso, é provável que as competências e habilidades mais importantes, que deveriam ser adquiridas, se percam no meio de tanta informação e detalhes desnecessários (ANDRADE, 2017). Para justamente sanar este excesso de conteúdos, e conseguir chegar somente às dúvidas, é que as metodologias ativas abordadas em nosso trabalho, foram elaboradas. As respostas dos alunos às atividades preparatórias ou atividades em sala de aula, direcionaram o professor a utilizar o tempo em sala de aula para discutir os pontos relevantes ou que geraram dúvidas, assim a discussão dos assuntos foi mais aprofundada e em muitos momentos possibilitou conectá-las com outros assuntos e com as vivências do cotidiano.

Complementar as aulas tradicionais com metodologias ativas de ensino na disciplina de Genética do curso de Biomedicina asseguraram o engajamento dos estudantes, o hábito de estudo, o desenvolvimento de habilidades e autonomia sobre aprendizagem. Sendo assim, sugerimos o uso do método TBL e a associação da plataforma Mentimeter ao método JiTT para o ensino de genética em cursos de Educação Superior e fornecemos ao docente um tutorial de aplicação das metodologias.

- CONCLUSÕES

No ensino há um predomínio de aulas expositivas, pautadas na transmissão de informações pelo professor. A falta de contextualização é um problema enfrentado por diversas áreas e disciplinas, inclusive no ensino de Genética. Na educação superior, o desafio de ensinar é ainda mais preocupante, uma vez que esse nível de ensino envolve a formação de profissionais que atuam diretamente na sociedade. Os alunos no século XXI não são mais os mesmos, e para acompanhar essa evolução, a educação passa por mudanças relevantes, onde o uso das

metodologias ativas ajudam a transformar esse paradigma, retirando os estudantes da passividade. De maneira geral, o professor torna-se um facilitador, mas são os estudantes que guiam os seus próprios processos.

Um importante passo em toda essa mudança é rever o objetivo da sala de aula, que antes era um espaço onde o aluno recebia passivamente as informações de um professor, e hoje deve ser assimilado a um espaço dinâmico, colocando o aluno como centro do processo de aprendizagem. A sala de aula invertida é uma opção bastante significativa para o ensino, onde as atividades que tradicionalmente eram feitas em aula, são agora realizados fora dela, e os alunos assumem a responsabilidade pelo estudo teórico prévio, para que nos encontros presenciais sejam feitas aplicações práticas dos conceitos estudados.

Os resultados dos questionários diagnósticos, mostram a aceitação dos alunos frente as metodologias JiTT e TBL, que associado as reações dos alunos e percepção do docente levaram a adaptações como: 1. A associação da plataforma Mentimeter ao método JiTT, buscando minimizar o papel do professor frente à correção de todas as questões do QED pré aula e aumentar a adesão dos alunos na realização dos mesmos; 2. Substituir os artigos científicos utilizados a priori no método TBL, por artigos com letramento científico mais claro e usual.

As metodologias aqui apresentadas, definidas como metodologias ativas, atrelam-se ao conceito de sala de aula invertida e estimulam o protagonismo estudantil. São metodologias bem vistas e de grande aceitação por parte dos discentes e de fácil execução para os docentes, podendo ser aplicadas nos mais diversos níveis educacionais, (Ensino fundamental, Ensino médio, Graduações e Pós-graduações), e nas mais diversas áreas de conhecimento, contribuindo para uma aprendizagem significativa e duradoura.

- REFERÊNCIAS

ANDRADE, G.B. O ensino de genética na formação superior: uma experiência de educação CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade). **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. 2017.

ARAUJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma proposta para engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-284, 2013.

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Revista de Ciências Sociais e Humanas**, v.32, n.1, p. 25-40, 2011.

BERGMANN, J; SAMS, A. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. (Tradução Afonso Celso da Cunha Serra). Rio de Janeiro. 1ª ed., 2016.

BERGMANN. J. & SAMS, A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington, DC: **International Society for Technology in Education**, 2012.

BOLLELA, V.R., SENGHER, M.H., TOURINHO, F.S.V.; AMARAL, E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **SIMPÓSIO: Tópicos fundamentais para a formação e o desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde** - Capítulo VII, v.47, n.3, p.293-300, 2014.

CANAL, R. R.; BASTOS, F. A Abordagem de Temas Contemporâneos no Ensino de Biologia: análise de uma experiência. In: **Encontro Regional de Ensino de Biologia**. Niterói, 2001.

CARBONI, P.B.; SOARES, M.A.M. A genética molecular no ensino médio. **Gestão Escolar: Dia a Dia educação**. Produção de Artigos. Maringá-PR. 2018.

CHICKERING, A.W.; GAMSON, Z.F. Seven principles for good practice in undergraduate education. **AAHE Bull.** p.3-7, 1987.

DINH, T. H.; LE, X. M. EFL teachers' perceptions of the use of e-textbooks at secondary schools in Dong Thap province. **Can Tho University Journal of Science**, v.12, n.2, p.15-24, 2020.

GAVRIN, A., WATT, J.X., MARRS, K. BLAKE, R.E. Just-in-Time Teaching (JiTT): Using the Web to Enhance Classroom Learning. **American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition**, 2003.

GAVRIN, A. Just-in-Time Teaching. Published in Metropolitan Universities. **STEM Innovation and Dissemination: Improving Teaching and Learning in Science, Technology, Engineering and Mathematics**, v.17, n.4, p. 9-18, 2006.

GARRETT, F. O que é Mentimeter. Texto produzido para o TechTudo, 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/09/o-que-e-mentimeter-veja-como-funciona-e-como-criar-apresentacoes.ghtml>.

HAMARI, J.; KAIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. **Hawaii International Conference on System Science**. Waikoloa, p. 3025-3034, 2014.

JUNIOR, J.B.B. Aplicativos de interação em sala de aula: análise de três possibilidades pedagógicas com recursos digitais. **Revista Cocar**, v.14, n.30, p.1-16, 2020.

KRUG, R.R., VIEIRA, M.S.M., ANDRADE E MACIEL, M.V., ERDMANN, T.R., DE FARIA VIEIRA, F.V., KOCH, M.C.; GROSSEMAN, S. O “Bê-Á-Bá” da Aprendizagem Baseada em Equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.40, n.4, p.602-620, 2016.

MARQUESIN, D.F.B, BENEVIDES, C.R.; BAPTISTA, D.C. Leitura e escrita no ensino superior. **Revista de Educação**, v.14, n.17, p.9-28, 2011.

MASSETO, M. Inovação na Educação superior. **Revista Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, v.8, n.14, p.197-202, 2004.

MARRS, K. A.; G. NOVAK. Just in Time Teaching in Biology: Creating an Active Learner Classroom Using the Internet. **Cell Biology Education**, v.3, n.1, p.49-61, 2004.

MICHAELSEN, L. K.; DAVIDSON, N.; MAJOR, C. H. Team-based learning practices and principles in comparison with cooperative learning and problem-based learning. **Journal on Excellence in College Teaching**, v. 25, n.3-4, p. 57-84, 2014.

MOREIRA, M.C.A.; SILVA, E. P. Concepções Prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. In: **Encontro Regional de Ensino de Biologia, Niterói**, 2001.

NASCIMENTO, E.R; PADILHA, M.A.; SILVA, C.L.; MELO RAMO DOS ANJOS, F. L. Metodologias ativas e engajamento docente: uma reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos professores da educação superior. **Educação Por Escrito**, v.10, n.1, 2019.

NOVAK, G.M.; PATTERSON, E.T.; GAVRIN, A.; CHRISTIAN, W. Just-in-time-teaching: blending active learning with web technology. In: Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. **Prentice-Hall**, 1999.

OLIVEIRA, B.L.C.A., LIMA, S.F, RODRIGUES, L.S., PEREIRA JÚNIOR, G.A. Team-Based Learning como Forma de Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida com Centralidade nos Estudantes no Processo Ensino Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.42, n.4, p.86-95, 2018.

PICHARDO, J.I.; LÓPEZ-MEDINA, E.F.; MANCHA-CÁCERES, O.; GONZÁLEZ-ENRÍQUEZ, I.; HERNÁNDEZ-MELIÁN, A.; BLÁZQUEZ-RODRÍGUEZ, M.; JIMÉNEZ, V.; LOGARES, M.; CARABANTES-ALARCON, D.; RAMOS-TORO, M.; ISORNA, E.; CORNEJO-VALLE, M.; BORRÁS-GENÉ, O. Students and Teachers Using Mentimeter: Technological Innovation to Face the Challenges of the COVID-19 Pandemic and Post-Pandemic in Higher Education. **Education Sciences**, v.11, n.11, p.667, 2021.

SANTOS, C.P.; SOARES, S.R. Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: duas faces da mesma moeda. **Estudos em Avaliação Educacional**, v.22, n.49, p.353-370, 2011.

SANTOS, C.R.M.; PACINI, D.B.; GRISOLIA, M.N.K.G.; SILVA, P.R.Q. Ensino do Conteúdo de Genética no Ensino Médio por Meio de Modelos Lúdicos. **Revista da SBenBio**. 2010.

SILVA, C.C.; KALHIL, J.B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. The learning of genetics in the light of Grounded Theory: a preliminary experiment. **Ciênc. Educ.**, v.23, n.1, p. 125-140, 2017.

SUHR, I. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. **Revista Transmutare**, v.1, n.1, p.4-21, 2016.

SUN, J., FLORES, J.; TANGUMA, J. E-textbooks and students' learning experiences. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v.10, n.1, p. 63-77, 2012.

SMITH, M.K.; WOOD, W.B. Teaching Genetics: Past, Present, and Future. **Genetics**, v.204, n.1, p. 5-10, 2016.

VALENTE, J.A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista: Edição Especial**, n.4, p.79-97, 2014.

WOODY, W. D., DANIEL, D. B., & BAKER, C. A. E-books or textbooks: Students prefer textbooks. **Computers and Education**, V.55, n.3, p.945–948, 2010.

- Legenda dos gráficos e figuras.

Gráfico 1: A. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a leitura prévia do conteúdo, em capítulos de livros didáticos digitais sugeridos. B. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a realização prévia do questionário de estudo dirigido (QED). C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação contribuição do método para melhor compreensão do conteúdo..... **88**

Gráfico 2: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método JiTT na educação..... **88**

Gráfico 3: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs) auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”..... **89**

Gráfico 4: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas.”; Afirmativa 3) “A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura.”; Afirmativa 4) “A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me favoreceu na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva.”; e Afirmativa 5) “A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos de forma autônoma.” **89**

Gráfico 5: A. Avaliação em porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação ao uso do TBL para fixação do conteúdo. B. Avaliação em porcentagem sobre a visão dos alunos em trabalhar em equipes para discussão das questões do TBL. C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos quanto ao uso de artigos científicos para acréscimo de conhecimento..... **90**

Gráfico 6: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método TBL na educação..... **90**

Gráfico 7: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”..... **90**

Gráfico 8: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A metodologia aplicada me ajudou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento”; Afirmativa 3) “A leitura de material extra classe para

realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas”; Afirmativa 4) “A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha própria aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.” **91**

Figura 1: Esquema das etapas que compreendem o método *Just-in-time teaching*, antes da aula presencial e durante a aula presencial..... **91**

Figura 2: Representação lúdica e esquemática das etapas que compõem a metodologia *Team Based Learning* **92**

- Gráficos

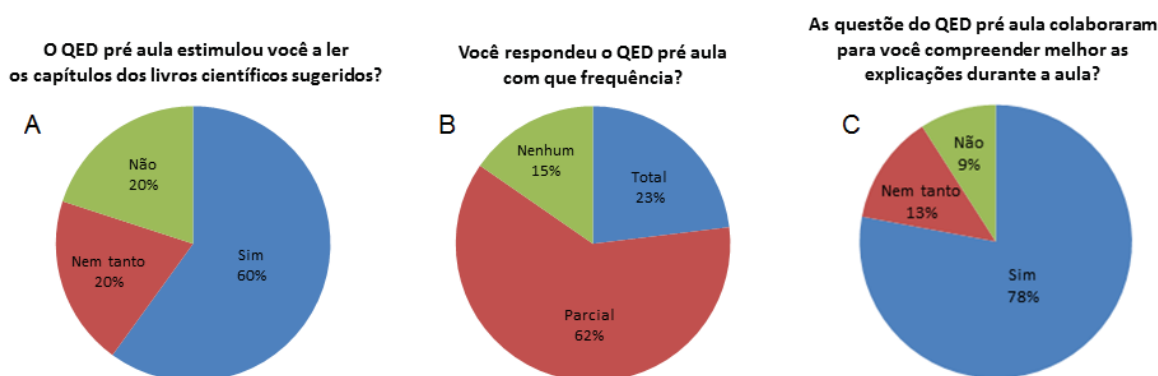


Gráfico 1: A. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a leitura prévia do conteúdo, em capítulos de livros didáticos digitais sugeridos. B. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a realização prévia do questionário de estudo dirigido (QED). C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação contribuição do método para melhor compreensão do conteúdo.

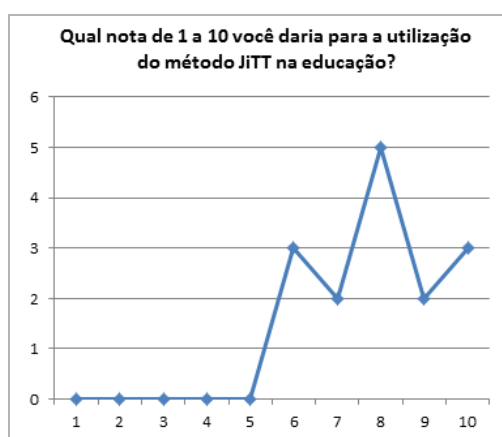


Gráfico 2: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método JiTT na educação.

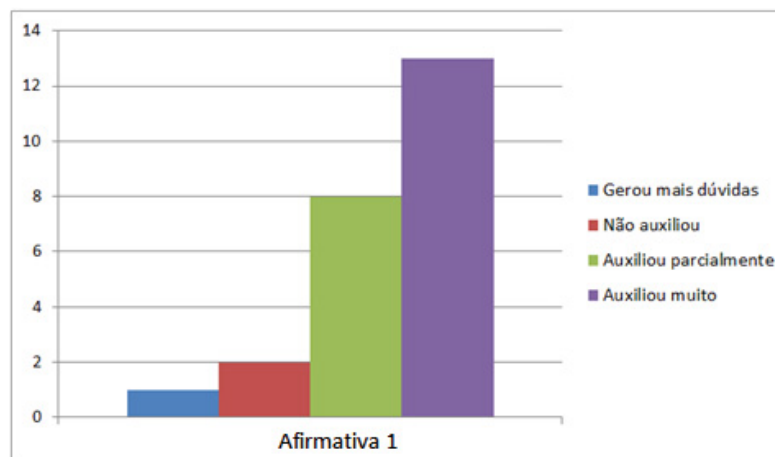


Gráfico 3: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs) auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”

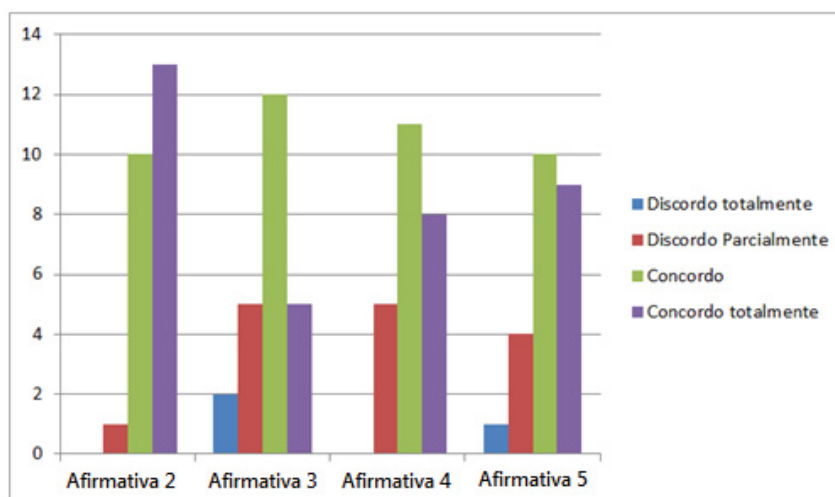


Gráfico 4: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas.”; Afirmativa 3) “A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura.”; Afirmativa 4) “A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me favoreceu na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva.”; e Afirmativa 5) “A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos de forma autônoma.”



Gráfico 5: A. Avaliação em porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação ao uso do TBL para fixação do conteúdo. B. Avaliação em porcentagem sobre a visão dos alunos em trabalhar em equipes para discussão das questões do TBL. C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos quanto ao uso de artigos científicos para acréscimo de conhecimento.

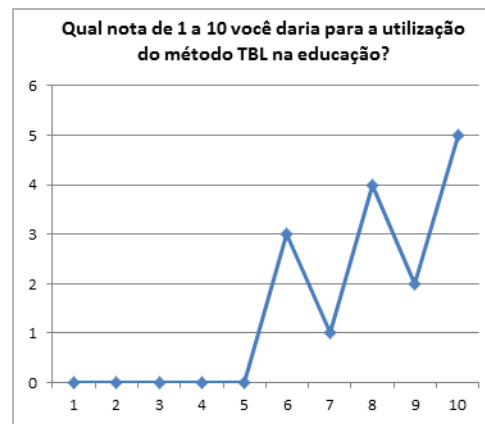


Gráfico 6: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método TBL na educação.

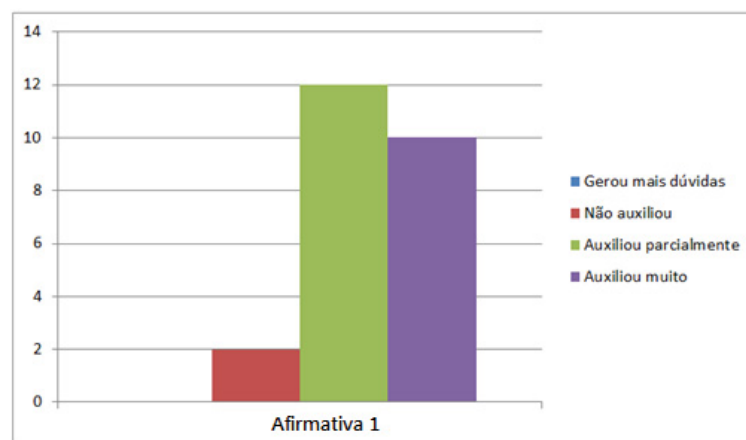


Gráfico 7: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”

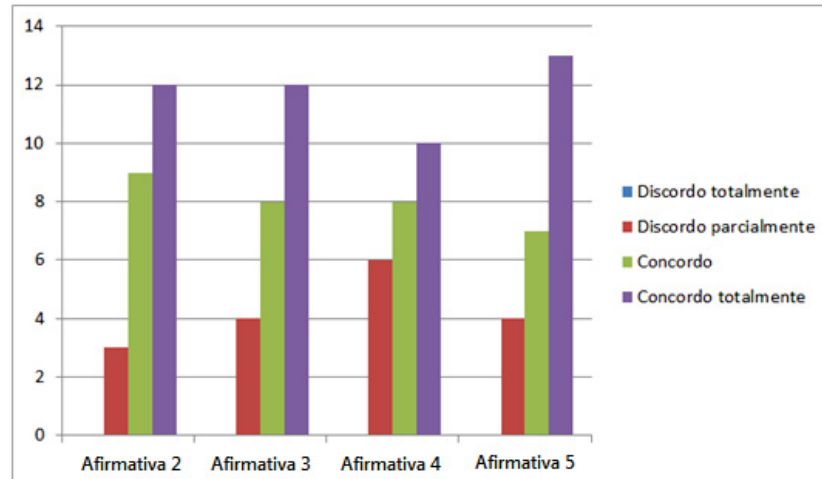


Gráfico 8: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A metodologia aplicada me ajudou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento”; Afirmativa 3) “A leitura de material extra classe para realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas”; Afirmativa 4) “A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha própria aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.”

- Figuras

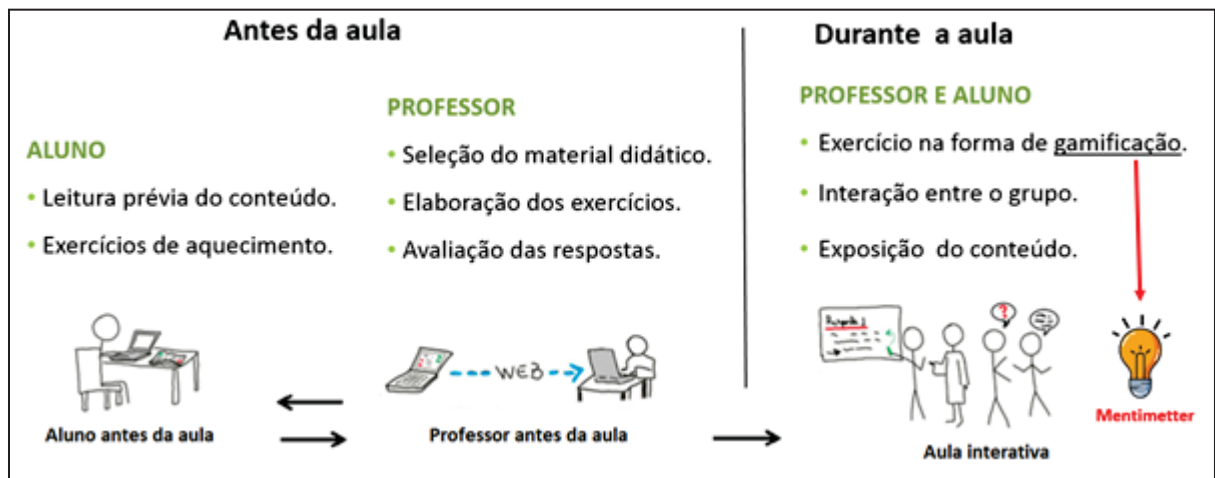


Figura 1: Esquema das etapas que compreendem o método *Just-in-time teaching*, antes da aula presencial e durante a aula presencial. (Adaptado de pontodidatica.com.br)

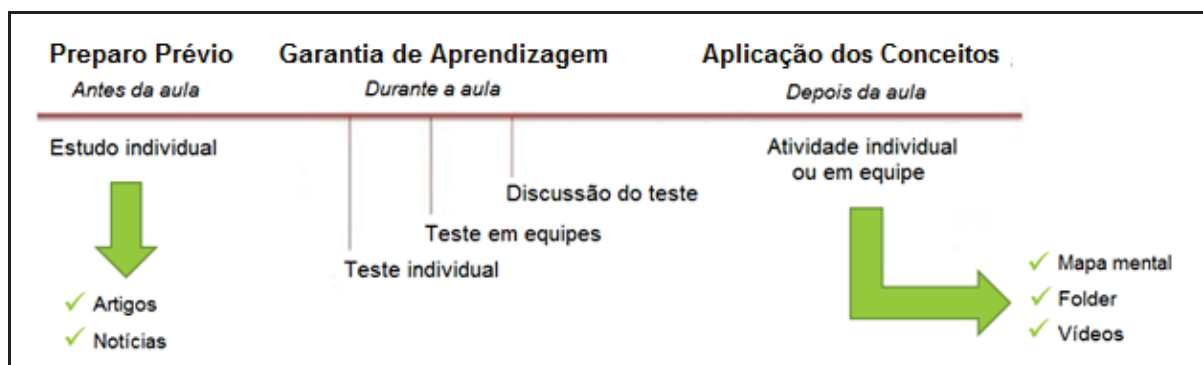


Figura 2: Representação lúdica e esquemática das etapas que compõem a metodologia *Team Based Learning* (elaborado pelo autor).

- **Anexo I:** Questionário aplicado no primeiro trimestre do ano letivo de 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA

QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO 2019 – 1º semestre.

Percepções dos alunos em relação as metodologias aplicadas

Disciplina de Biologia Molecular Aplicada.

3º ano Biomedicina Noturno.

Ao longo do primeiro semestre de 2019, duas diferentes metodologias foram aplicadas durante as aulas de Biologia Molecular Aplicada, ministradas pela professora Ms. Shenia Pedro Bom da Silva. A fim de testar a eficiência e aceitação dos métodos, que visam diferentes alternativas para o ensino de Genética na educação superior, respondo este questionário por livre e espontânea vontade.

- Sobre o método *just-in-time teaching* (JiTT)

1. O QED pré-aula estimulou você a ler os capítulos dos livros didáticos sugeridos?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

2. Você respondeu ao QED pré-aula com que frequência?

() Total. () Parcial. () Nenhum.

3. As questões propostas no QED pré-aula colaboraram para você compreender melhor as explicações realizadas durante o encontro presencial?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

4. Você gostaria que o método JiTT continuasse no próximo semestre?

() Sim. () Não.

5. Qual nota de 0 a 10 você daria para a utilização desta metodologia no processo educacional? ____

- Sobre o método *team based learning* (TBL)

1. A aprendizagem baseada em equipes é uma metodologia que auxilia na fixação do conteúdo?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

2. Discutir com os colegas de equipe as questões propostas nos testes de garantia de preparo ajudaram você a solucionar possíveis dúvidas?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

3. A aplicação do TBL envolve a leitura de material extra-classe, você acredita que o uso de artigos para esse fim é uma boa alternativa de aprendizagem?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

4. Você gostaria que novos TBLs fossem aplicados para fechamento de um determinado conteúdo?

() Sim. () Não.

5. Qual nota de 0 a 10 você daria para a utilização desta metodologia no processo educacional? ____

Anexo II: Questionário aplicado no segundo semestre do ano letivo de 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA

QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO 2019 – 2º semestre.

Percepções dos alunos em relação as metodologias aplicadas

Disciplina de Biologia Molecular Aplicada.

3º ano Biomedicina Noturno.

Ao longo do ano de 2019, duas diferentes metodologias foram aplicadas durante as aulas de Biologia Molecular Aplicada, ministradas pela professora Ms. Shenia Pedro Bom da Silva. A fim de testar a eficiência e aceitação dos métodos, que visam diferentes alternativas para o ensino de Genética na educação superior, respondo este questionário por livre e espontânea vontade.

Método *Jusnting-time-teaching*

1. A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs), auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, sendo: 1 – Gerou mais dúvidas, 2 –	2. A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 –
--	--

Não auxiliou, 3 – Auxiliou parcialmente 4 – Auxiliou muito. 1○ 2○ 3○ 4○	Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1○ 2○ 3○ 4○
3. A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1○ 2○ 3○ 4○	4. A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me ajudou na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1○ 2○ 3○ 4○
5. A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos, de forma autônoma, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1○ 2○ 3○ 4○	Possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método:

Método Team Based Learning

1. A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, sendo: 1 – Gerou mais dúvidas, 2 – Não auxiliou, 3 – Auxiliou parcialmente 4 – Auxiliou muito. 1○ 2○ 3○ 4○	2. A metodologia aplicada me auxiliou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. e 4 – Concordo totalmente. 1○ 2○ 3○ 4○
3. A leitura de material extra classe para realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.	4. A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha própria aprendizagem, sendo: 1 Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐
5. O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.	Possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método:
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	

- Anexo III: Gabarito do teste de garantia de preparo do método TBL.

Team Based Learning (TBL) ou aprendizagem baseada em equipes

GABARITO PARA O TESTE DE GARANTIA DE PREPARO

1ª Parte (INDIVIDUAL)

Você tem 5 pontos para distribuir nas alternativas conforme o gabarito. A pontuação pode ser inserida total em uma mesma alternativa ou distribuída entre elas. Por exemplo: 5 ou 4+1 ou 3+2 ou 3+1+1 ou 2+2+1 ou 2+1+1+1 ou ainda 1+1+1+1+1, etc. Os pontos correspondem ao valor anotado na alternativa correta.

	A	B	C	D	E	PONTOS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
TOTAL FINAL – INDIVIDUAL						

Team Based Learning (TBL) ou aprendizagem baseada em equipes

2ª Parte (GRUPO)

Após a discussão das questões em grupo, você deverá apostar em qual questão é a correta (assinando como primeira aposta a letra da resposta) assim como as possíveis outras respostas, por ordem de relevância. Para a primeira aposta o valor é de 5 pontos. Caso a resposta correta seja a segunda aposta, o grupo pontuará 3 pontos, para a terceira aposta 2 pontos, para a quarta 1 ponto e para a quinta 0 pontos.

Questão 1 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 2 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 3 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 4 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____
Questão 5 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 6 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 7 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 8 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____
Questão 9 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 10 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Total FINAL GRUPO	TOTAL INDIVIDUAL _____ TOTAL GRUPO _____ $\Sigma = \text{_____} / 100$ TOTAL ATIVIDADE _____

- Anexo IV: Tutorial de aplicação dos métodos.

Quadro 1: Etapas que envolvem o uso da metodologia JiTT associada a plataforma Mentimeter, e as orientações necessárias para desenvolvimento de cada uma das etapas.

<i>Just in time Teaching (JiTT) + Mentimeter</i>
Etapa 1 - Apresentação das metodologias
- O uso das metodologias devem ser descritas no seu planejamento. - Durante um encontro presencial, explique para os alunos como as metodologias funcionam e como você irá utilizá-las ao longo do ano letivo.
Etapa 2 - Seleção do material de apoio
- Explore os livros didáticos digitais disponíveis na plataforma virtual da instituição de ensino que possui vínculo. - Escolha o livro que possua uma boa didática. Nem sempre esse quesito se encaixa em um mesmo livro, um assunto pode estar melhor exposto e descrito em uma bibliografia, enquanto que outro assunto pode estar melhor apresentado em outra bibliografia. - Não há necessidade de fazer uso de um livro padrão, usar bibliografias diferentes

ao longo das aulas, contribui para que o estudante conheça autores e livros da área.

Etapa 3 - Preparo dos exercícios de aquecimento

- Elabore as questões, preferencialmente dissertativas, tendo como base o capítulo do livro escolhido como material de apoio.
- Um capítulo completo pode ser extenso demais para a carga horária da aula presencial, podendo ser selecionados apenas tópicos para o preparo prévio dos alunos.
- Não elabore questões com respostas prontas, onde o aluno só precisa transcrever o que está escrito no livro para o caderno. Dê preferência a questões que depende da junção de informações, interpretação do texto e necessidade de expressão nas respostas.
- Faça no mínimo uma questão explorando figuras e legendas, para habituar os estudantes a este recursos, mostrando que adquirir conhecimento não é apenas fazer leitura do texto corrido.
- Não exagere no número de questões para não desanimar os estudantes com a tarefa de aquecimento, pois esta é uma etapa importante do processo.

Etapa 4 - Envio do material para os alunos

- Um único arquivo pode conter as questões dissertativas e as informações necessárias para o aluno encontrar no livro escolhido para material de apoio, o texto necessário para leitura, como por exemplo, bibliografia, capítulo, paginação e tópicos de leitura (ver Figura 5).
- Envie o material de apoio e os exercícios de aquecimentos para os alunos, através de plataforma digital, no mínimo 7 dias antes do encontro presencial programado.
- Oriente os estudantes da importância de um material descrito e organizando, os incentivando a transcreverem as perguntas e respostas para o caderno ou fichário. Lembre-se que a escrita faz parte do processo de aprendizagem, e apesar de usarmos recursos digitais, não queremos deixar a grafia de lado.

Etapa 5 - Preparo dos recursos na plataforma Mentimeter

- Acesse o Mentimeter através do link www.mentimeter.com e faça seu cadastro.
- Vascule os recursos disponíveis na plataforma, para a construção de apresentações interativas.
- Elabore sua apresentação, buscando envolver a participação ativa do aluno em

sala de aula. Em uma mesma apresentação é possível usar mais de um recurso.

- Dentro das diversas opções, as testadas neste trabalho e compondo uma única apresentação, foram: nuvem de palavras, competição de *quiz* – selecione uma resposta e perguntas anônimas.
- Nos slides de competição de *quiz*, preste atenção em dois pontos: 1°. O slide “*Leaderboard*” (pontuação final) aparecerá ao final de cada pergunta, isso ocupa muito tempo da aula, então remova todos os “*leaderboard*” que estiverem entre as perguntas, mantendo apenas o da última pergunta, ele somará a pontuação das perguntas anteriores também; 2°. O tempo de resposta está padronizado em 15 segundos por slide, porém esse tempo é curto e o professor pode aumentá-lo manualmente para 30 segundos ou mais, conforme sua preferência.
- Cada apresentação gratuita tem um limite de recursos que podem ser usados, você perceberá isso ao tentar adicionar um novo slides e o recurso estará em sombra d’água, mostrando que não está mais disponível.
- Toda apresentação montada irá gerar um código de acesso, este deve ser anotado e passado para os alunos durante a aula presencial. É assim que a turma consegue acessar os slides elaborados pelo professor previamente.
- Tenha em mãos material de apoio para explicar o conteúdo no decorrer da aplicação do Mentimeter, sempre que necessário. Use, por exemplo, slides com imagens, ou até mesmo, o quadro negro, para desenvolver com a turma as dúvidas pendentes. É aconselhável utilizar as mesmas imagens presente no livro didático digital que os alunos já tiveram contato prévio.

Etapa 6 - Aplicação do Mentimeter durante o encontro presencial

- Em aula presencial, onde cada aluno estará conectado à um dispositivo, o professor deve pedir para a turma acessar o link www.menti.com e digitar o código de acesso para a apresentação.
- Acesse suas apresentações através do link para o professor, www.mentimeter.com e compartilhe a tela da sua com toda a turma, através de projetor multimídia ou outro recurso disponível. É indispensável o compartilhamento, pois assim os alunos conseguem visualizar os resultados da turma, tendo isso como partida para discussão do conteúdo.
- Inicie a aula com o recurso “nuvem de palavras”.

- Faça uso das palavras citadas na nuvem para introduzir o conteúdo que será discutido em sala de aula.
- Siga com a abordagem do conteúdo aplicando o *quiz*.
- Em cada questão do *quiz*, aproveite a porcentagem de erros e acertos, para percepção dos conceitos que ficaram pendentes, estimulando a turma a participar, expressando suas opiniões e conhecimentos.
- Finalize a aula com o recurso perguntas anônimas, permitindo que possíveis dúvidas sejam expostas, para que o professor as esclareça imediatamente.

Etapa 7 - Orientações para a próxima aula

- Oriente a turma sobre o que precisa ser feito para a próxima aula, caso sua escolha seja aplicar um novo JiTT + Mentimeter, ou aprofundar temas com a metodologia TBL.

Quadro 2: Etapas que envolvem o uso da metodologia TBL, e as orientações necessárias para desenvolvimento de cada uma das etapas.

<i>Team Based Learning (TBL)</i>
Etapa 1: Apresentação da metodologia.
- O uso da metodologia deve ser descritas no seu planejamento. - Durante um encontro presencial, explique para os alunos como a metodologia funciona e como você irá utiliza-las ao longo do ano letivo. - Dê ênfase à necessidade do preparo prévio para realização do Teste de Garantia de Preparo (RAT) e a importância do preenchimento correto de dois gabaritos diferentes. - O primeiro gabarito, preenchido durante a etapa individual do teste de preparo (iRAT), envolve apostas, onde a pontuação máxima é o número de alternativas de respostas desenvolvidas pelo professor (Ex: quatro alternativas de respostas, A/B/C/D, 4 pontos totais), que pode ser distribuída entre as alternativas ou fixada em uma única alternativa, conforme concepção do aluno (ver Figura 7). - O segundo gabarito, é preenchido durante o teste de garantia de preparo em equipes (tRAT), onde os estudantes, em conjunto, devem definir uma ordem apropriada para as alternativas, colocando sempre em primeira posição aquela que julgarem correta (ver Figura 8).

Etapa 2: Seleção do material de aprofundamento - Para a escolha do material de aprofundamento de conteúdo, sugerimos a utilização de artigos científicos da área de conhecimento. - O uso de artigos estimula os estudantes a conectar-se com esse tipo de material, importante para conclusão da graduação e fundamental para futuras pós-graduações. - Atente-se para selecionar artigos curtos, com letramento científico de fácil compreensão pelos estudantes, pois é perceptível a resistência dos mesmos frente a leitura de material extenso e complexo. - Envie o artigo para os alunos, através de plataforma digital, no mínimo 7 dias antes do encontro presencial que envolverá a realização do RAT.
Etapa 3: Elaboração do Teste de Garantia de Preparo (RAT) - Com base no artigo selecionado elabore questões múltipla escolha. - Cuidado com o excesso no número de questões, elas devem ser respondidas individualmente e em equipe, durante o mesmo encontro presencial. - A quantidade de opções de respostas deve ser no mínimo quatro (A, B, C e D) e no máximo cinco (A, B, C, D e E), conforme preferência do professor. - Se no artigo houverem figuras, desenvolva no mínimo uma questão envolvendo a interpretação das mesmas, mostrando ao aluno a importância de figuras e legendas para a compreensão do que está sendo exposto no artigo. - Adapte o gabarito individual e em equipe, para o número de questões e número de alternativas de respostas por questão.
Etapa 4: Preparando o encontro presencial. - Imprima o teste e os gabaritos, conforme número de alunos matriculados na disciplina, sendo um gabarito e um teste para cada aluno. - Tenha em mãos apresentação em slides com imagens ou outros recursos necessários para instruir os estudantes durante a correção do teste.
Etapa 5: Aplicação dos testes durante o encontro presencial. - Durante a aula presencial, organize a sala para o Teste individual de garantia de preparo (iRAT), que deve ser realizado sem consulta à qualquer material. Determine um tempo limite para a resolução desta etapa, sem esquecer que o mesmo teste

será refeito em equipes, no mesmo encontro.

- Após a finalização do tempo do iRAT, confira se todos os alunos preencheram corretamente o gabarito, fazendo a distribuição dos pontos à caneta, evitando qualquer mudança no decorrer da correção do teste.
- Peça para que as equipes se reúnam para a resolução do Teste de garantia de preparo em equipes (tRAT), que pode ser feito com a consulta de material, enriquecendo a discussão entre os membros. Lembre-os do correto preenchimento do gabarito, ainda dentro do tempo estipulado para a realização desta etapa.

Etapa 6: Correção dos testes

- Um passo indispensável dessa etapa é conceder para cada equipe a oportunidade de apresentar no mínimo uma das questões para toda turma, expondo suas argumentações frente as alternativas de respostas e a deliberação pela alternativa correta.
- Lembre-se, aqui o papel do professor é de mediador da aprendizagem, são os alunos que devem praticar a fala, a exposição de pensamentos e a tomada de decisões em equipe.
- Induza as outras equipes a expressar sua opinião, frente à explicação dos colegas, se concordam ou discordam com o veredito, argumentando suas respostas.
- Sempre que julgar necessário, o professor pode intervir na correção, fazendo uso de imagens ou de outro recurso, para concluir o raciocínio da questão.
- Repita o passo até que todas as questões sejam discutidas, lembrando de fazer rodízio entre as equipes para que todas sejam mediadoras na discussão de pelo menos uma questão.
- Uma observação importante: A disciplina de teste possuía 3h/aula, tempo suficiente para realização e correção dos testes no mesmo encontro presencial. Caso sua carga horária seja de apenas 2h/aula e perceber que não será possível fazer as etapas de aplicação dos testes e correção dos testes, é possível adaptar, deixando a correção para um próximo encontro, porém os testes (individuais e em grupo) não devem ser separados por aula.

Etapa 7: Atividade de aplicação dos conceitos

- Não há tempo hábil para esta etapa ser desenvolvida durante a mesma aula presencial dos testes (RATs).

- Cada equipe deve, através de alguma atividade proposta pelo professor, colocar em prática o que foi aprendido com o artigo científico e a discussão das questões do RAT.
- Oriente os alunos que a atividade será desenvolvida em um tempo extraclasse (com exceção de aulas práticas presenciais), no tempo de 7 dias (até o próximo encontro presencial).
- Poste na plataforma digital, um guia com as orientações e exigências para atividade.
- Alguns exemplos de atividades são: aulas práticas em laboratório de pesquisa, produção de mapa mental, elaboração de vídeo, construção de notícia, entrevistas, divulgação científica, ferramentas multidisciplinares (converse com professores de outras disciplinas), entre outros.
- O professor pode optar em ouvir as ideias dos alunos, que são, muitas vezes, criativos em sugestão de atividades.
- Se optar por aula prática, não esqueça da importância de enviar aos estudantes um roteiro – relatório de aula.
- Não esquecer que todas as equipes devem desenvolver o mesmo tipo de atividade, para que seja possível comparar, argumentar e debater as ideias.
- Organize o próximo encontro presencial para que as equipes apresentem o que produziram na atividade.
- Para cada TBL desenvolva uma atividade diferente, buscando estimular todas as inteligências múltiplas e as diferentes habilidades presentes na turma.

Etapa 8: Fechamento

- Encerre as apresentações da atividade de aplicação dos conceitos e oriente os estudantes sobre o próximo conteúdo e aplicação do JiTT, dando sequência nas aplicações metodológicas.

7. RESULTADOS

7.1 Dos questionários diagnóstico

Os questionários, respondidos anonimamente, foram elaborados pensando no objetivo do método, onde para o método JiTT é esperado que o aluno assuma a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando tarefas prévias, baseado geralmente em leitura e resolução de questões. A familiarização com o conteúdo através das atividades realizadas em horários extras, visam contribuir para uma melhor compreensão das explicações efetuadas pelo professor durante a aula e otimizar o tempo destas explicações. Para o método TBL é esperado que o aluno assuma a responsabilidade individual de aprofundar o conhecimento e aumentar a fixação do conteúdo previamente exposto em aula, além de assumir a responsabilidade coletiva da aprendizagem, auxiliando em possíveis dúvidas dos colegas de equipe. Para o material lúdico na forma de jogo, é esperado aumentar o envolvimento dos estudantes e reduzir a abstração de temas complexos.

A aplicação dos questionário para levantamento de opinião dos alunos e validação das metodologias, ocorreu de forma presencial, em papel impresso, ao final de cada semestre do ano letivo de 2019. No primeiro semestre, para os dois métodos avaliados - JiTT e TBL, haviam quatro questões fechadas tricotômicas (sim, não, talvez), nota de avaliação para o uso do método na educação e espaço aberto para comentários e sugestões, sendo que um total de 15 alunos responderam ao questionário, representando 57,7% da turma. No segundo semestre, o questionário também dividido por método (JiTT, TBL e Jogo), continha cinco afirmativas onde os alunos manifestavam o quanto eles concordavam ou discordavam da afirmação e espaço aberto para comentários, tendo participado da avaliação 24 alunos, totalizando 82,7% da turma.

Os resultados serão apresentados por métodos, seguidos de semestres.

7.1.1 Avaliação do método *Justi-in-time teaching* (JiTT) no 1º semestre.

Apesar de 100% dos alunos avaliados concordarem com a continuidade do método para o segundo semestre, era esperado um maior número de QEDs respondidos frequentemente. Observando apesar de 60% dos alunos sentirem-se estimulados em ler os capítulos dos livros sugeridos (Gráfico 1.A), apenas 23% aderiram a resolução das questões com frequência (Gráfico 1.B). A maioria dos

alunos (78%) concorda que a realização das tarefas prévias colaboraram para a compreensão do conteúdo durante a aula expositiva (Gráfico 1.C).

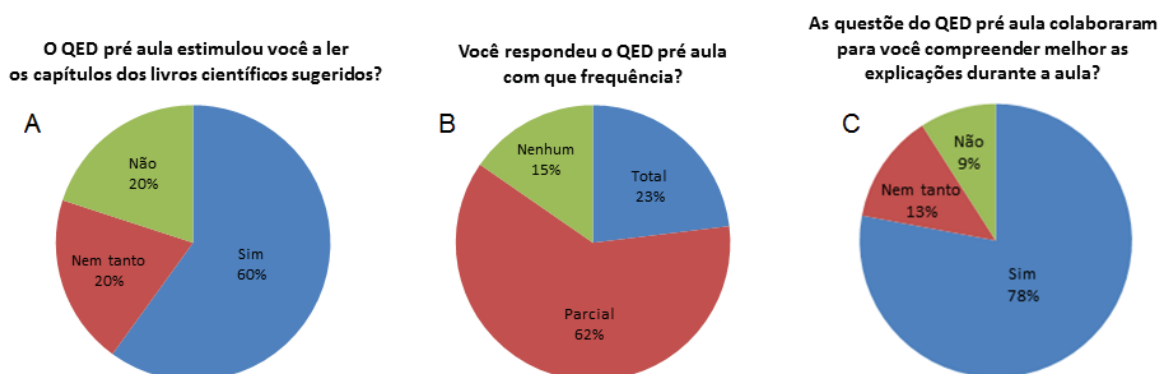


Gráfico 1: A. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a leitura prévia do conteúdo, em capítulos de livros didáticos digitais sugeridos. B. Avaliação em porcentagem da dedicação dos alunos para a realização prévia do questionário de estudo dirigido (QED). C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação contribuição do método para melhor compreensão do conteúdo.

Ao serem questionados sob qual nota de 0 a 10 eles dariam para a utilização do método JiTT na educação, os resultados ficaram divididos entre entre 6 e 10 (Gráfico 2) gerando uma média 8,0 (conceito B) e sendo deliberado como um método “bom” para recurso de aprendizagem.

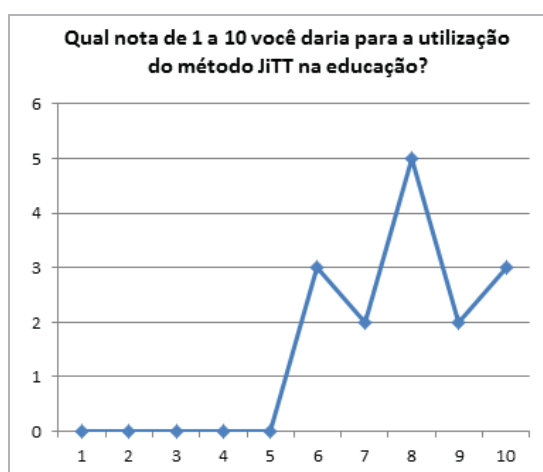


Gráfico 2: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método JiTT na educação.

7.1.2 Avaliação do método *Justi-in-time teaching* (JiTT) no 2º semestre.

Com base no número amostral total (N=24), concluímos que 54,2% dos alunos acreditam que o QED pré aula aplicado para testar o método JiTT auxilia muito para a compreensão do conteúdo, enquanto que 33,3% acreditam auxiliar parcialmente; ao oposto disso, 8,3% consentem que o método não auxiliou para compreensão do conteúdo e 4,1% ponderam ter gerado mais dúvidas (Gráfico 3).

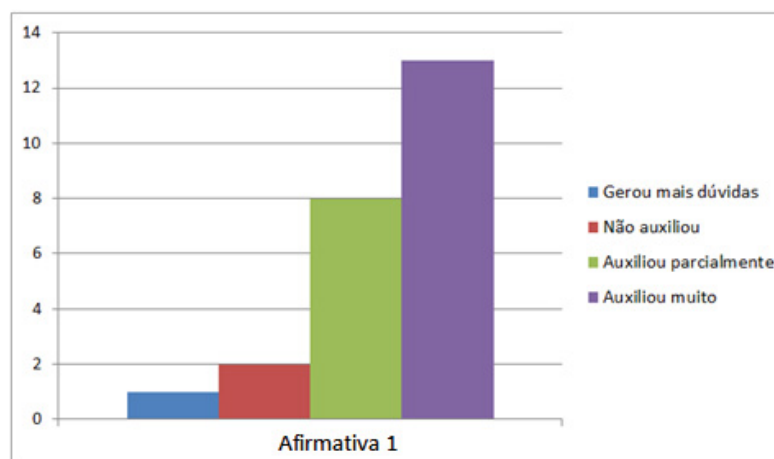


Gráfico 3: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs) auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”

Ao serem contestados, na **afirmativa 2**, sobre a motivação que o método gera em relação a novos questionamentos e busca de respostas, não houve discordância total e apesar de um aluno discordar parcialmente, em 96% dos casos houve concordância sobre a afirmação. Na **afirmativa 3** que examinou o uso de livros didáticos e o incentivo à leitura, houve um empate entre discordar parcialmente (20,8%) e concordar totalmente (20,8%); sendo que exatos 50% do grupo avaliado concorda que é importante o uso do livro didático para construção de conhecimento e hábitos de leitura (Gráfico 4).

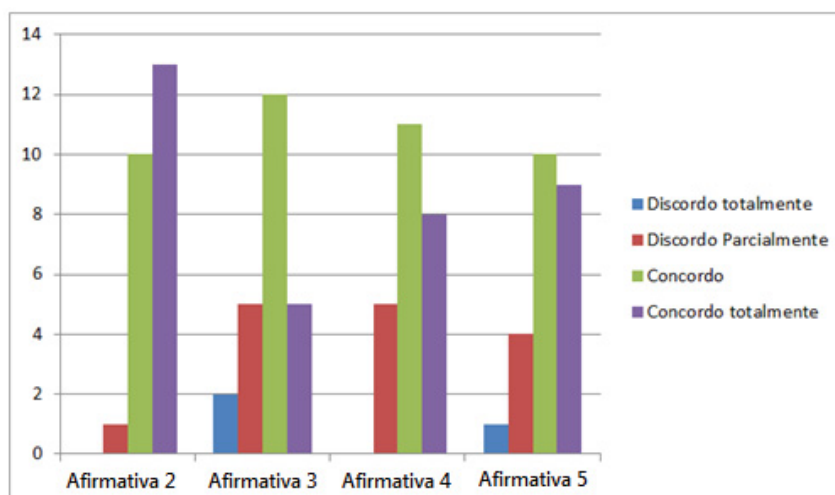


Gráfico 4: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas.”; Afirmativa 3) “A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura.”; Afirmativa 4) “A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me favoreceu na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva.”; e Afirmativa 5) “A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos de forma autônoma.”

Visando avaliar a conexão das informações adquiridas nas atividades pré-aula e a compreensão das mesmas durante aula expositiva, a **afirmativa 4** não teve discordância total e nos mostra que 79,2% dos alunos concordam com a relação entre o conteúdo visto sem o auxílio do professor e o favorecimento da compreensão dos mesmos durante a explicação em aula. Ao serem questionados, na **afirmativa 5**, sobre a autonomia da aprendizagem, a discordância total atingiu 4,2% dos casos enquanto que os concordantes de que o método ajudou a construir conceitos e conhecimento de forma autônoma, somam 79,2% deles (Gráfico 4).

Apenas três alunos (12,5%) utilizaram o espaço aberto para “possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método JiTT”, onde relataram: Aluno 1. “*Não tenho muito hábito de ler, deixo para tirar as dúvidas em aula.*”; Aluno 2. “*Disponibilizar por escrito a resolução dos QED’s após a aula.*”; Aluno 3. “*Passar o gabarito das respostas após a aula expositiva.*”

7.1.3 Avaliação do método *Team based learning* (TBL) no 1º semestre.

A aceitação do método TBL pelos alunos é satisfatória, sendo que grande parte da turma avaliada - 80% dos casos - concorda que a aprendizagem baseada em equipes auxilia tanto de forma individual, favorecendo a fixação e compreensão do conteúdo (Gráfico 5.A), quanto de forma coletiva, pois ao discutir as questões em equipe, ajudou o estudante a solucionar possíveis dúvidas (Gráfico 5.B). O uso de artigos científicos em língua estrangeira gerou bastante desacordo entre os alunos, sendo que apenas 58% acreditaram ser uma boa alternativa de material para a finalidade de aprofundar o conhecimento (Gráfico 5.C). Apesar de não haver negativa quanto ao uso do TBL como ferramenta didática para aprofundamento de conteúdo, 20% do grupo avaliado afirmam não fazerem questão da utilização do método.



Gráfico 5: A. Avaliação em porcentagem sobre a opinião dos alunos em relação ao uso do TBL para fixação do conteúdo. B. Avaliação em porcentagem sobre a visão dos alunos em trabalhar em equipes para discussão das questões do TBL. C. Porcentagem sobre a opinião dos alunos quanto ao uso de artigos científicos para acréscimo de conhecimento.

Ao serem questionados sobre uma nota de 0 a 10 para a utilização do método TBL na educação, houve variação de escolha entre 6 e 10 (Gráfico 6) finalizando uma média 8,3 (conceito B) e sendo deliberado como um método “bom” para recurso de aprendizagem.

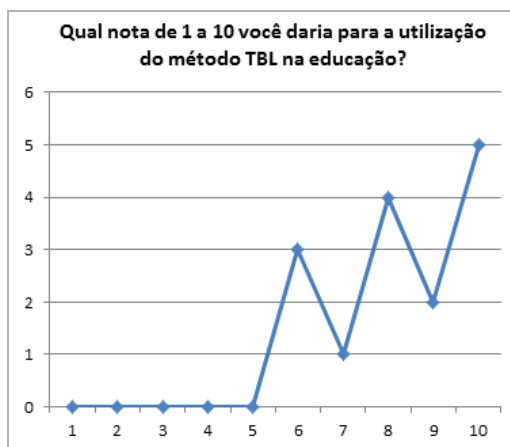


Gráfico 6: Representação das notas concedidas pelos alunos a fim de avaliar a efetividade do método TBL na educação.

Apenas cinco alunos (33,3%) utilizaram o espaço aberto “observações e comentários sobre os métodos aplicados” para expressar algum tipo de opinião. Aluno 1: *“Estou muito orgulhosa de como as aulas estão sendo ministradas. Consigo observar que você está se esforçando e fazendo isso com amor, e tudo que colocamos amor só melhora, até mesmo a tão difícil BIOMOL :) Continue assim.”*; Aluno 2. *“Adorei as metodologias. A profe está arrasando.”* Aluno 3. *“A utilização dos métodos são bons, porém as vezes a utilização de artigos para ler em casa atrapalha, devido à grande quantidade de conteúdo de outras matérias, além de atividades extracurriculares.”*; Aluno 4. *“Os nomes são criativos e chamam a atenção.”*; Aluno 5. *“Eu gostei muito dos métodos aplicados, principalmente o TBL, pois proporciona discussão em classe e essa troca de ideias ajudou muito na fixação do conteúdo.”*

7.1.4 Avaliação do método *Team based learning* (TBL) no 2º semestre.

Na **afirmativa 1**, que intenciona avaliar se o método do TBL auxilia na compreensão do conteúdo, 41,6% concordam que auxilia muito, enquanto que 50% consentem auxiliar parcialmente e apesar de 8,3% concordarem que o método não auxiliou, o mesmo também não gerou mais dúvidas (Gráfico 7).

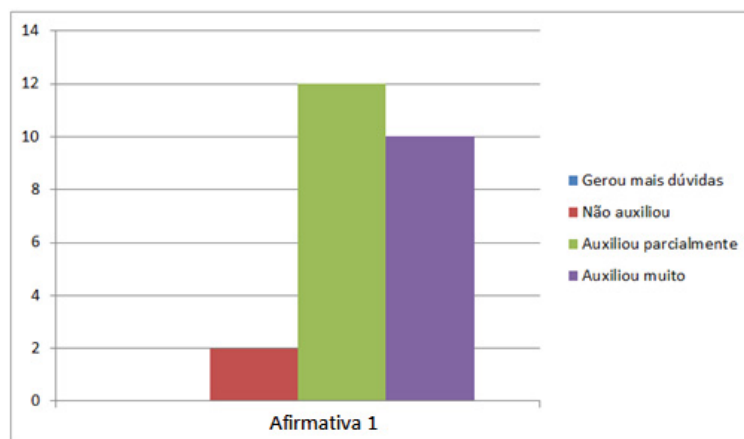


Gráfico 7: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”

Ao serem contestados, na **afirmativa 2**, se a metodologia contribuía para que eles aprendessem a interpretar questões, não houve discordância total e apesar de 12,5% discordarem parcialmente, em 87,5% dos casos houve concordância sobre a afirmação, sendo que destes 50% a concordância foi total. A **afirmativa 3** que referia sobre o conteúdo do material extra, teve 83,3% de concordância de que estes traziam novas informações e conceitos, além dos trabalhados na aula expositiva (Gráfico 8).

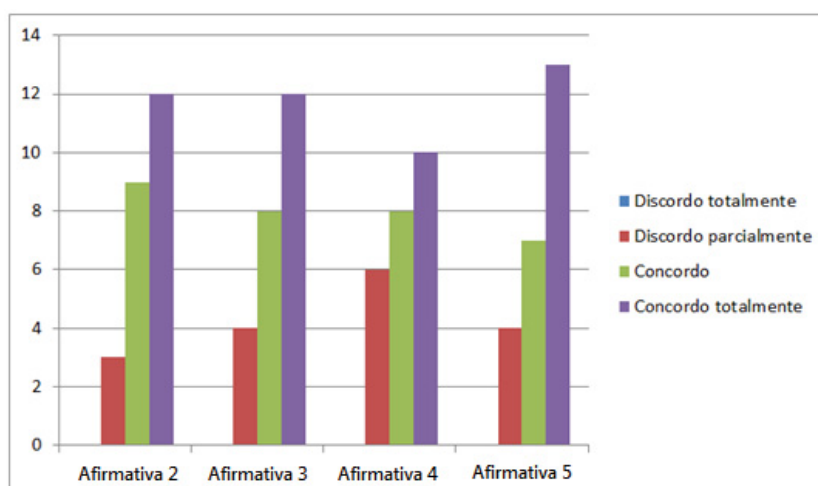


Gráfico 8: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “A metodologia aplicada me ajudou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento”; Afirmativa 3) “A leitura de material extra classe para realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas”; Afirmativa 4) “A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha

própria aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.”

Ainda no Gráfico 8, avaliamos na **afirmativa 4** se a metodologia gerava autonomia e responsabilidade nos alunos perante sua aprendizagem; destes 25% discordam parcialmente da afirmação, 33,3% concordam e 41,7% concordam totalmente. Na **afirmativa 5**, 29,2% concordam e 54,2% concordam totalmente que o TBL incentiva o trabalho em equipe e contribui para aprendizagem dos colegas, sendo que apenas 16,6% discordam parcialmente desta afirmação.

Apenas dois alunos (8,3%) utilizaram o espaço aberto para “possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método TBL”, onde relataram: Aluno 1. “*Não foi um método o qual gostei, particularmente.*”; Aluno 2. “*Adorei o método do TBL.*”

7.1.5 Avaliação do material didático do tipo jogo no 2º semestre

Na **pergunta 1**, que intenciona avaliar se o uso de material lúdico auxilia na compreensão do conteúdo, 87,5% concordam que auxilia muito e 12,5% consentem auxiliar parcialmente, não havendo oposição de respostas (Gráfico 9).

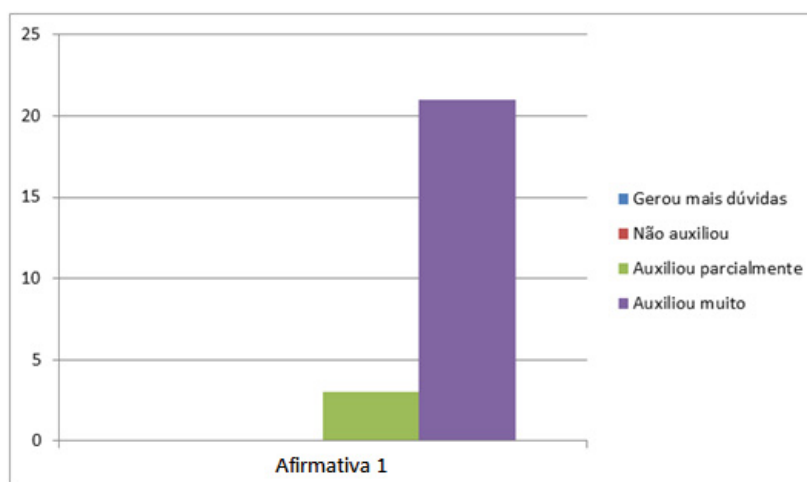


Gráfico 9: Representação gráfica dos dados referente a afirmativa 1, que dizia: “A utilização de material lúdico auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular.”

Ao serem contestados se a ludicidade serve como elemento estruturante para a construção do conhecimento de temas abstratos (**afirmativa 2**) e agrega

conhecimento de maneira divertida e prazerosa (**afirmativa 3**), não houve discordância, sendo que todos concordam ou concordam totalmente (Gráfico 10).

Na **afirmativa 4**, apenas um aluno discordou parcialmente sobre a afirmação de que o lúdico gera um ambiente mais leve e propício para a aprendizagem, sendo que 95,8% concordam com a afirmação. Na **afirmativa 5** os alunos concordam ou concordam totalmente que o material lúdico utilizado durante a aula de expressão gênica era colorido e atrativo, não havendo oposição perante a afirmação (Gráfico 10).

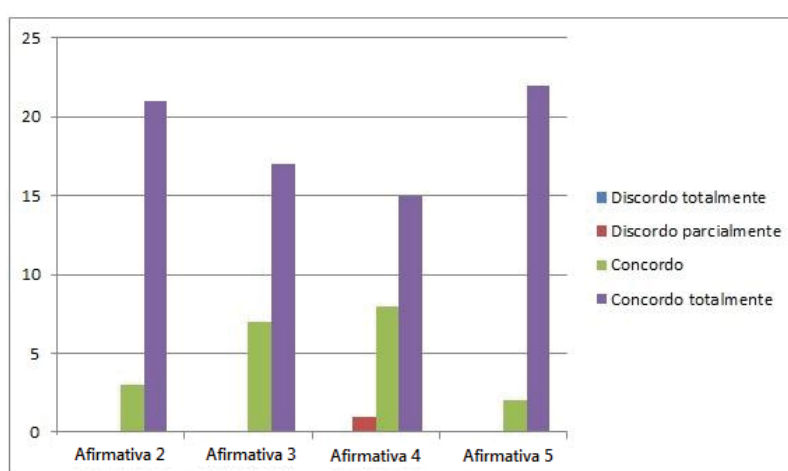


Gráfico 10: Representação gráfica dos dados das afirmativas de 2 a 5. Onde: Afirmativa 2) “O lúdico serviu como elemento estruturante para a construção do conhecimento de um tema abstrato.”; Afirmativa 3) “É uma boa estratégia de aprendizagem, pois agrega conhecimento de maneira divertida e prazerosa.”; Afirmativa 4) “A metodologia gera um ambiente mais leve e propício para a aprendizagem.”; e Afirmativa 5) “O material lúdico utilizado durante a aula de expressão gênica era colorido e atrativo.”

Apenas um aluno (4,2%) utilizou o espaço aberto para “possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método da ludicidade”, onde relatou: Aluno 1. *“Tenho dificuldade para trocar palavras parecidas. A forma lúdica ajudou no processo para não confundir.”*

7.2 Das percepções do professor

O uso da metodologia JiTT como ferramenta didática frequente, permitiu a percepção de que a correção individual dos exercícios de aquecimento e seleção parcial das respostas, ocupavam longos períodos de tempo extraclasse, o que torna

o método desanimador e cansativo para o docente. Buscando uma alternativa para solucionar o problema, mas que ainda envolvesse a participação ativa do aluno, o sistema de avaliação de respostas propostas no método JiTT foi substituído pelo uso do Mentimeter, uma plataforma *online* usada para criar apresentações com retorno em tempo real, onde os alunos usam seus próprios dispositivos móveis (celulares, tablets, notebooks) para participar da atividade durante o encontro presencial.

Uma percepção importante no uso do Mentimeter foi de que os alunos se dedicavam mais a leitura do material de apoio e resolução dos exercícios de aquecimento do método JiTT, pois ao final da ferramenta “Competição de quiz” o número de acerto do estudante o coloca entre “os melhores”, tendo a primeira posição sempre ocupada por alguém. Na tentativa de ver seu nickname na tela final, os estudantes apresentaram melhoria no preparo prévio, dando mais atenção e se dedicando às propostas do JiTT, mostrando que estavam mais envolvidos com a disciplina e que melhoraram seus hábitos de estudo.

O uso de artigos científicos na língua inglesa como material de estudo para o método TBL gerou reclamações frequentes por parte dos estudantes, onde os mesmos alegavam falta de tempo para se dedicar a materiais complexos devido à outras atividades acadêmicas e vínculo empregatício. Os testes de garantia de preparo, aplicados nas duas primeiras vezes que o TBL foi utilizado, não tiveram bons resultados, os alunos se sentiram desmotivados e a discussão do grupo ficou truncada, provavelmente devido a ausência de estudo e preparo prévio. Ao substituir o material de estudo por artigos da revista *Genética na Escola* e outros em língua nativa, os alunos se mostraram mais ativos e participativos durante os encontros presenciais.

Ainda para o método TBL, a produção do gabarito de feedback imediato no estilo raspadinha, dependia para cada teste de garantia de preparo, do contato com uma empresa especializada neste tipo de material, o que demandava orçamento, verba e tempo de espera para produção. Motivada a evitar gastos e a dependência do trabalho de terceiros, elaboramos um gabarito adaptado (Anexo V) que manteve o princípio de aquisição de pontos por questão, conforme disposição das alternativas de resposta em ordem de aposta determinadas pelos membros da equipe, onde estes anotavam na primeira aposta a letra da alternativa que julgavam ser a correta, e nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de

relevância. A aplicação do tRAT com o gabarito adaptado ocorreu de forma satisfatória, o feedback das questões e a veracidade das alternativas de respostas não foi imediato à resolução do teste, mas ocorreu no mesmo encontro presencial, através da discussão das questões pelos estudantes, mediante orientações do professor.

O jogo sobre regulação da expressão gênica (figura 1) deixou a turma envolvida durante todo o encontro presencial e não houveram manifestações negativas de que o jogo era uma ferramenta infantil para o ensino superior. Os alunos expressaram sorrisos e divertimento, deixando o ambiente para aprendizagem leve e dinâmico, provavelmente pela ludicidade que o jogo trouxe ao ser produzido de forma colorida e menos abstrata.

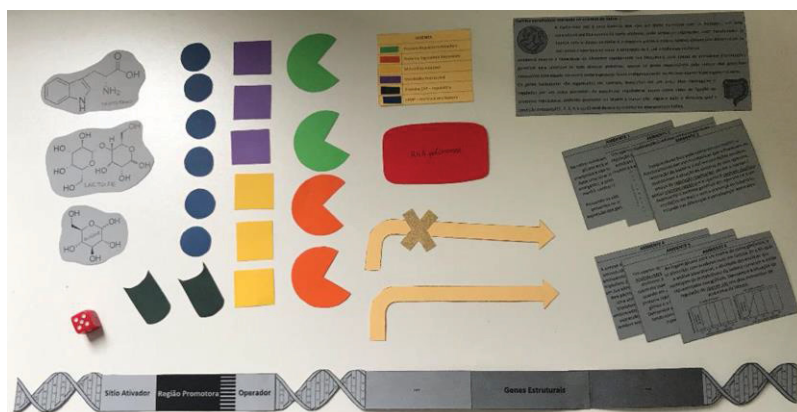


Figura 1: Peças impressas que compõem um kit do jogo sobre regulação da expressão gênica em organismo procarioto.

8. DISCUSSÃO

O debate sobre a importância do papel ativo do aluno na aprendizagem tem mobilizado, sobretudo, nos últimos anos, esforços significativos de estímulo a novas práticas metodológicas. Sabe-se, que hoje em dia, existe uma grande necessidade de que os docentes do ensino superior desenvolvam competências profissionais para preparar os estudantes numa formação crítico social e que para isso é preciso, portanto, complementar as formas tradicionais de ensino por metodologias alternativas de aprendizagem, que podem ser utilizadas como recurso didático na prática docente cotidiana. Esta discussão, crescente nas universidades nos incentivou a aplicar novas práticas metodológicas em estudantes do curso de Biomedicina que mostravam desinteresse, dificuldade e apatia com a disciplina de Biologia Molecular Aplicada, provavelmente pela abstração de conteúdos, dificuldades na compreensão de conceitos, nomenclaturas peculiares e aula na forma de palestra unidirecional. Uma diversidade de pesquisas mostrou que ensinar os alunos de graduação exclusivamente por meio de palestras não é uma maneira eficaz de ajudá-los a dominar os conceitos e que os docentes estão cada vez mais envolvido na substituição de palestras por atividades de aprendizagem ativa em suas salas de aula (SMITCH; WOOD, 2016).

Ao utilizar as metodologias ativas como recurso complementar, percebemos um maior envolvimento e interesse dos estudantes com a disciplina. Os resultados dos questionários diagnósticos, reforçam a aceitação dos alunos frente as metodologias aplicadas no ano letivo de 2019, bem como algumas dificuldades, que nos levaram a adaptações dos métodos, como associação da plataforma Mentimeter ao método JiTT e usar artigos com letramento científico mais usual no método TBL.

8.1 *Just in time teaching* + Mentimeter

Nos primeiros encontros, a metodologia JiTT foi aplicada seguindo a proposta oficial, na qual o professor deve avaliar as respostas enviadas pelos alunos, afim de detectar as maiores dificuldades apresentadas pelo grupo; selecionar e organizar parte destas respostas na forma de slides, material que servirá como base para promover a discussão do conteúdo. Porém após a terceira aplicação do JiTT uma adaptação foi feita, e a plataforma Mentimeter ganha espaço como recurso

educacional, com o objetivo de substituir a etapa trabalhosa de avaliação das respostas individuais dos alunos pelo professor (Figura 2).

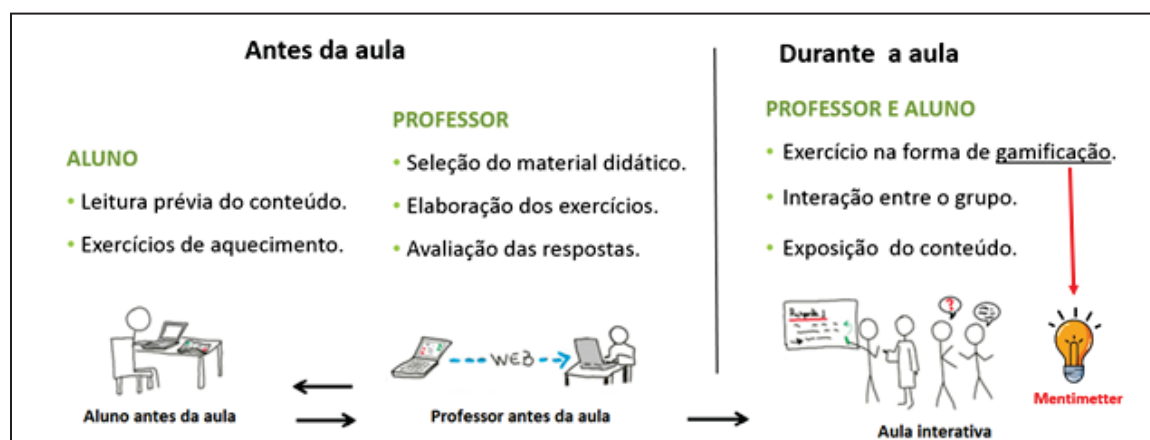


Figura 2: Esquema das etapas que compreendem o método *just-in-time teaching*, antes da aula presencial e durante a aula presencial. (Adaptado de pontodidatica.com.br)

Ao usarmos o JiTT, unido ao Mentimeter, nas aulas de Genética, procuramos verificar o que Novak propôs, quando declarou a metodologia como uma unidade pedagógica de aprendizagem ativa, que combinada à tecnologias, ajudam os alunos a se prepararem melhor para as atividades da sala de aula (NOVAK, *et al.* 1999). E neste contexto corroboramos com Gavrín (2006), que evidenciou que o ciclo de *feedback* entre o trabalho dos alunos em casa e o ambiente institucional, aumentou a interatividade na sala de aula e envolveu os alunos na aprendizagem, tornando o tempo disponível para aula melhor utilizado (GAVRÍN, 2006). Um objetivo importante do JiTT é promover um retorno entre a sala de aula e recursos da internet, onde ao avaliar as respostas dos alunos, enviadas ao professor pelo AVA, como resultado dos exercícios de aquecimento, o docente seja capaz de identificar o nível de compreensão e as dificuldades dos estudantes (MARRS; NOVAK, 2004).

Embora muitos recursos possam ser utilizados como material de apoio para estudo prévio dos alunos, a nossa escolha ampara a visão de promover o contato do discente com o livro didático eletrônico e estimular o uso deste recurso ao decorrer dos anos e das disciplinas ofertadas no curso de Graduação. A escolha dos livros didáticos eletrônicos, presentes na plataforma “Minha Biblioteca”, como material de apoio para realização da metodologia JiTT, é defendido por Sun e colaboradores (2012), que acreditam que os instrumentos úteis fornecidos pelos livros didáticos eletrônicos, podem melhorar diretamente os resultados de aprendizagem dos

alunos, aumentando sua confiança na resolução de problemas e no seu desempenho ao longo do curso, em termos de envolvimento e notas finais (SUN, *et al.*, 2012). O conteúdo dos livros didáticos em arquivos digitais é o mesmo que a versão impressa, porém é mais utilizado por conter textos que podem ser marcados e comentados, opção de pesquisa, ilustrações de alta qualidade, áudios, vídeos e outros recursos virtuais (WOOD, *et al.*, 2010; DINH; LE, 2020), contribuindo de diferentes formas na organização dos estudos e busca pelo conhecimento

Como os livros didáticos eletrônicos (*e-books*) apresentam grande potencial como ferramenta de aprendizagem inovadora, o estudante universitário deve ser incentivado pelas instituições e professores a usá-los, pois se não forem apresentados a este recurso, uma etapa importante da aprendizagem será desperdiçada (SUN *et al.*, 2012). As vantagens do uso dos livros didáticos eletrônicos se estendem aos professores, que podem utilizar as ilustrações para explicar conteúdos, criar atividades com mais facilidade, aperfeiçoar o tempo na elaboração de aulas e criar um ambiente de aprendizagem altamente interativo com seus alunos (DINH; LE, 2020). Ao empregarmos esta ferramenta, observamos que na turma de Biomedicina 70,8% dos alunos avaliados concordaram que foi importante o uso do livro didático para construção de conhecimento e hábitos de leitura. As imagens dos livros, exibidas em tela de projeção, foram utilizadas pelo professor para explicações durante a aula presencial e os alunos mostraram-se familiarizados com o material, facilitando a aprendizagem e compreensão.

A oportunidade que a metodologia JiTT oferece para a utilização de textos e a sua interpretação para resolução dos exercícios dissertativos, certamente colabora com o período formativo do estudando universitário, considerando que Marquesin e colaboradores (2011) relataram que ao ingressar na Universidade uma das maiores dificuldades dos estudantes é passar por exigência fluente e eficiente da linguagem oral, e da clareza e coerência em produções escritas ao redigir trabalhos propostos pelas diversas disciplinas que devem cursar. Pesquisas apontam o escasso hábito de leitura entre os estudantes universitários e a deficiência de compreensão, sendo papel do professor oferecer oportunidades de leitura de bons textos e garantir o acesso a livros, conscientizando seus alunos que os hábitos de ler e escrever são atividades essenciais de habilidades para vida, proporcionando sua participação

ativa em uma sociedade globalizada, sua inserção no mercado de trabalho cada vez mais exigente e restrito (MARQUESIN, *et al.*, 2011).

Avaliando os resultados do JiTT entre os anos de 1996 e 2001, Gavrin e colaboradores (2003) relataram que a média de reprovação diminuiu e que mais de 80% dos estudantes, em diversos níveis de escolaridade, relataram que o uso de questões prévias (*WarmUp exercise*) os mantem envolvidos com o material de estudo (GAVRIN, 2003). Apesar de não ser tão conhecido, o JiTT tem se mostrado uma ótima opção para avaliar o conhecimento prévio dos alunos e para formar hábitos de estudo antes da aula. As tarefas fora da aula aumentam o tempo de dedicação e estruturam a aprendizagem do estudante (ARAUJO; MAZUR, 2013). Nosso dados corroboram com os estudos anteriores, quando ao avaliar a opinião dos alunos sobre o QED, 60% concordam que se sentiram estimulados a fazer a leitura dos capítulos do livro e 78% afirmam compreender a explicação do conteúdo durante a aula.

Apesar de 60% dos alunos sentiram-se estimulados a ler os capítulos dos livros sugeridos, um alto índice (62%) relataram ter respondido ao QED parcialmente e apenas 23% aderiram a resolução total das questões. Podemos constatar que nem todos os alunos que faziam a leitura respondiam as perguntas do exercício de aquecimento propostas para o JiTT, e tendo em vista que todos os alunos avaliados concordarem com a continuidade desta metodologia como parte integral das aulas de Genética, era esperado um maior número de QEDs respondidos frequentemente.

Foi objetivando aumentar a adesão dos alunos para responder o QED pré aula, que a ideia de testar a associação do método JiTT com a plataforma Mentimeter surgiu. Ao associar a plataforma Mentimeter à essa metodologia foi perceptível o aumento de alunos dedicados à responder o QED, talvez por que o *quizz* na forma de gamificação, por gerar uma classificação final a cada aula, instigaram os estudantes pela busca do primeiro lugar, sendo perceptível a disputa por essa colocação pelos estudantes. A gamificação serviu de grande estímulo para a leitura do material, busca pelo conhecimento e dedicação aos exercícios de aquecimento proposto no método JiTT. Esses achados corroboram com Hamari e colaboradores (2014) quando relatam que a ferramenta pedagógica de gamificação apesar de ter o lado vulnerável de aumentar a competitividade, é considerada positiva no contexto educacional, pois gera nos alunos maior motivação e

envolvimento nas tarefas de aprendizagem, além de contribuir para que os mesmos realizarem as tarefas com prazer.

Em nossos estudos associar o Mentimeter ao JiTT além de estimular os alunos ao estudo prévio para garantia de sucesso durante a atividade de gamificação, também amenizou o trabalho docente de avaliar individualmente cada questão proposta nos exercícios de aquecimento do QED. A substituição da análise de respostas pelas apresentações interativa na plataforma dependeu da dedicação do professor em elaborar perguntas para constituir o *quiz*. A exposição do mesmo conteúdo na forma de quiz múltipla escolha, propiciou um novo olhar para interpretação e análise do conhecimento, fazendo com que o estudante tivesse contato com formas diferenciadas de atividades e que podem surgir ao longo de sua vida.

O retorno imediato, através da tela de projeções, dos resultados atingidos com os recursos da plataforma Mentimeter beneficiou o professor e aluno: para o docente, uma forma clara de medir a compreensão dos estudantes e adaptar os esclarecimentos necessários sobre o conteúdo durante a aula; para o aluno, uma divertida competição que permitiu identificar seus erros e acertos, e também criar novas perspectivas e questionamentos sobre o conteúdo que está sendo trabalhado.

Foi nítida a aceitação dos alunos à metodologia Mentimeter, bem como o entusiasmo a cada resposta acertiva no quizz. Pichardo e colaboradores (2021) já haviam relatado que o uso da plataforma Mentimeter para processos educacionais gerava em um aumento significativo da atenção, concentração e participação dos alunos, promovendo inclusão e comprometimento ao processo de aprendizagem, além de possibilitar a inclusão de aprendizagem em ambientes *online*, favorecendo o perfil do aluno do século XXI. Avaliações de docentes sobre o uso do Mentimeter para fins pedagógicos foram positivas, e os mesmos atribuíram uma pontuação média de 9,5/10 numa escala *Likert*, concordando fortemente com a frase “O *Mentimeter* é uma boa ferramenta para ensinar e aprender”. Aliado a isso, os alunos relataram que o Mentimeter incentivou a participação de membros tímidos do público, o que permitiu que todo grupo participasse da aula. Isso indica que os alunos também valorizam predominantemente o caráter participativo dessa ferramenta, facilitando o envolvimento de membros do público que não costumam participar (PICHARDO *et al.*, 2021). Para nós, o uso da plataforma também

apresentou benefícios para as aulas de Genética na Biomedicina, fortalecendo a metodologia JiTT devido ao progresso dos alunos na dedicação dos exercícios de aquecimento, além do grande entusiasmo e satisfação durante as atividades de gamificação realizadas com o Mentimeter nos encontros presenciais, metas que talvez não fossem atingida caso o JiTT fosse aplicado separadamente.

A participação dos alunos durante as aulas pode se tornar um obstáculo para aqueles que são tímidos e introvertidos, não apresentando manifestação frente a suas opiniões, dúvidas e dificuldades. O uso de aplicativos e ou plataformas digitais, como o Mentimeter, que permitem a participação anônima dos estudantes, colaboram para estes casos, permitindo que todo o grupo, independentemente de sua capacidade interativa possua a experiência de testar seu conhecimento, expor suas ideias e tirar suas dúvidas (JUNIOR, 2020). Além disso, o anonimato (diferente de levantar as mãos) pode ser vantajoso para testar a compreensão dos alunos de forma mais independente. Nossas observações permitiram a percepção de uma participação crescente dos alunos durante as aulas, e mais dedicação as atividades do método JiTT, além do grande entusiasmo dos estudantes durante as atividades de gamificação. Com o uso do Mentimeter, foi acrescentando às aulas o método de gamificação como estratégia de aprendizagem, auxiliado na compreensão e interpretação de questões através da associação das perguntas dissertativas propostas no Questionário de Estudo Dirigido (QED) com as questões objetivas elaboradas na plataforma Mentimeter (competição de *quiz*).

O Mentimeter permite que os professores prepare e realize aulas inteiras por meio da plataforma, que está disponível em planos gratuitos e pagos, possibilita que vários profissionais de diversas áreas e professores criem apresentações com maior interação do público alvo (GARRETT, 2020), como por exemplo, elaboração de quizzes, espaço para perguntas, enquetes, imagens, gifs, gráficos, nuvem de palavras, entre outros, criando um recurso divertido e interessante, de fundo lúdico e de fácil compreensão pelo aluno (PICHARDO, *et al.*, 2021).

8.2 *Team based learning*

O uso do método TBL para as aulas de Genética, envolveu atividades que foram realizadas em três etapas, envolvendo os alunos antes da aula presencial, durante a aula e após a aula. Na primeira etapa os estudantes, tinham sete dias

para estudar o artigo selecionado e enviado pelo ambiente virtual. A segunda etapa envolveu a realização de testes de garantia de preparo (*Readiness Assurance Test - RAT*) durante o encontro presencial, tanto de maneira individual (iRAT) quanto em equipes (tRAT), para verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes através da leitura do artigo. A terceira etapa, necessária para que os estudantes apliquem os conceitos aprendidos com o estudo do artigo, envolveu tarefas diversas, como por exemplo, aulas práticas, elaboração de folders, produção de vídeos, mapas mentais, entre outros (Figura 3).

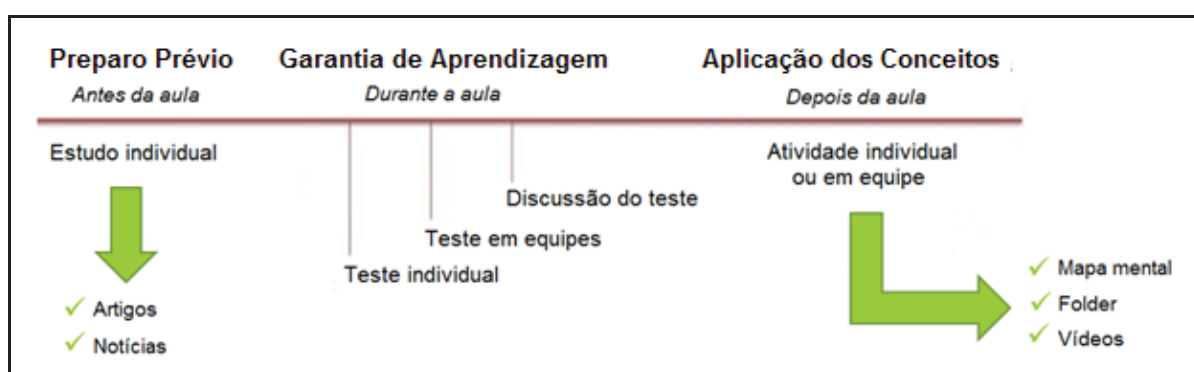


Figura 3: Representação lúdica e esquemática das etapas que compõem a metodologia *Team Based Learning*.

O método TBL aplicado para aprofundar os conteúdos básicos trabalhados em aulas anteriores através da metodologia JiTT + Mentimeter teve seu propósito atingido ao detectarmos através do questionário diagnóstico que 83,3% dos estudantes concordaram que a leitura dos artigos trouxeram novas informações que não foram previamente abordadas durante os encontros presenciais. Vale ressaltar, que o número de aulas envolvendo os conteúdos básicos (JiTT + Mentimeter) necessários para aplicação de um aprofundamento (TBL) é variável, e depende diretamente do ponto de vista e julgamento do professor.

O primeiro passo para o sucesso da aplicação do TBL em suas aulas, é se programar sobre quais conteúdo básicos são necessários para aplicar o aprofundamento do tema. Após esse planejamento, o próximo passo é buscar um bom material que sirva para o preparo prévio dos estudantes. É importante que todo o material seja enviado à turma, no mínimo, com uma semana de antecedência do encontro presencial. Não há nenhum tipo de regra ou contestação, sendo livre o roteiro a ser elaborado pelo docente, desde que este planeje, aplique e conduza as

metodologias, sem esquecer da importante participação ativa dos alunos e autonomia dos mesmo na construção do conhecimento.

O uso de artigos científicos nas aulas de Genética como material para estudo prévio do método TBL gerou bastante desacordo entre os alunos, havendo diversas reclamações sobre a complexidade do texto e o uso de língua estrangeira. Apesar disso, 58% dos alunos acreditam que os artigos eram boas alternativas de material de estudo e argumentaram sobre a importância deste material para a área da Biomedicina. Krug e colaboradores (2016) orientam que se a atividade de preparo do TBL envolve a leitura de um texto, este deve ser simples, de fácil leitura e não muito longos (KRUG, *et al.*, 2016). Pensando neste contexto, passamos a selecionar a maior parte dos artigos na Revista Genética na Escola, da Sociedade Brasileira de Genética, que traz divulgação de informações científicas em linguagem acessível e de fácil compreensão, tendo seu uso extendido para professores e estudantes do Ensino Superior. A substituição dos artigos em língua estrangeira pelos da língua nativa foi acertiva, pois as reclamações da turma cessaram e a adesão de leitura do material de apoio foi maior, permitindo melhor desenvolvimento nas etapas sequenciais que envolvem essa metodologia.

Dando continuidade ao TBL, durante o encontro presencial faz-se necessário aplicar testes de garantia do preparo (RAT) que devem ser iguais para todos os estudantes e equipes, contendo em média 10 questões de múltipla escolha e que abordem os conceitos mais relevantes apresentados no material de preparo (KRUG, *et al.*, 2016). O número de questões elaboradas pode variar, dependendo da quantidade de hora/aula da disciplina, sendo que o ideal é a resolução do teste individual e em equipes, em um mesmo encontro presencial, sem consulta à qualquer material bibliográfico ou didático e que dure aproximadamente de 50 à 90 minutos (BOLLELA *et al.*, 2014). Em nossos encontros, a aplicação dos testes em 40 para o individual e 40 minutos para o em equipe, foram suficientes para resolução das 10 questões propostas em cada TBL e preenchimento do gabarito, totalizando 1h e 20min.

Para uma versão menos trabalhosa e financeiramente mais barata, o gabarito do teste em equipe (tRAT), que originalmente é feito na forma de rapidinha, foi adaptado para uma nova dinâmica (Anexo 1), que mantém a mesma proposta, porém o retorno não será instantâneo. Nesta adaptação para cada uma das

perguntas do teste os estudantes devem, após discussão, chegar a um consenso sobre a veracidade das alternativas de respostas, criando uma ordem de apostas, onde na primeira aposta deve ser colocada a letra da alternativa que julgarem a correta, anotando nas apostas sequenciais as outras alternativas de respostas, por ordem de relevância. Para pontuação, durante a correção do teste, a equipe que acertou a resposta como primeira aposta o valor será de 5 pontos, caso a resposta correta seja a segunda aposta, o grupo pontuará 3 pontos, para a terceira aposta - 2 pontos, para a quarta aposta - 1 ponto e para a quinta aposta - 0 pontos. O *feedback* das questões e a veracidade das alternativas de respostas, ocorreu através da discussão do teste pelos estudantes e durou aproximadamente 1h, sendo necessário em algumas ocasiões a intervenção do professor na discussão para esclarecer questionamentos e equívocos.

Finalizando o TBL, na etapa de aplicação dos conceitos, algumas das atividades propostas foram realizadas ao longo da semana, em momentos extra classe e apresentadas durante o encontro presencial, como produção de vídeo, divulgação científica através de folder, redação de notícia para uma coluna de revista; outras atividades foram realizadas diretamente durante o encontro presencial, como aula prática em laboratório, mapa mental e aplicação de material didático lúdico.

Ao avaliarmos no questionário diagnóstico que 75% dos alunos concordaram que o método TBL gerou autonomia e responsabilidade, contribuindo para o protagonismo estudantil; e pelas percepções do professor na melhoria dos estudantes frente ao engajamento e comprometimento com a disciplina e envolvimento com as atividades propostas, a metodologia ativa *team based learning* mostrou-se uma boa alternativa pedagógica para acompanhar as exigências atuais das instituições de ensino e da educação do século XXI, que visam o protagonismo dos estudantes. Nossos achados fortalecem os estudos de Michaelsen e colaboradores (2014), ao contatarem que após a aplicação do TBL a maioria dos alunos assumiu responsabilidade pela própria aprendizagem e pela aprendizagem dos colegas da equipe.

O TBL é uma estratégia educacional que tem sido amplamente utilizada na educação de profissionais da área da saúde, visando o desenvolvimento de competências fundamentais, como a responsabilização do aluno pela aquisição do

próprio conhecimento, a tomada de decisão e o trabalho colaborativo e efetivo em equipe (KRUG, *et al.* 2016). Após a aplicação desta metodologia, nossos dados indicam que 83,4% dos estudantes concordam que o TBL incentiva o trabalho em equipe e contribui para aprendizagem dos colegas.

8.3 *Game based learning*

Entre concordarem e concordarem totalmente, os alunos do curso de Biomedicina, avaliaram de forma positiva o material didático de aspecto lúdico e classificado como jogo, por envolver estratégias e tomada de decisões. Os achados de Lozza e Rinaldi (2017), foram semelhantes, pois ao investigarem o uso de jogos como metodologias ativas para jovens universitários, reforçaram a aprovação desta estratégia metodológica tanto por parte dos professores, que descreveram o jogo como uma possibilidade de melhora nos resultados para o ensino da disciplina investigada, como por parte dos alunos que sinalizaram gostar do ensino por meio de uma forma lúdica que beneficia o aprendizado e a aplicação do conhecimento de forma prática (LOZZA; RINALDI, 2017).

Os estudantes relataram o jogo sobre regulação da expressão gênica como um bom método de aprendizagem, servindo como elemento estruturante para a construção do conhecimento de um tema abstrato, de maneira leve, divertida e alegre. Na mesma linha de raciocínio apresentada nesta tese, Garcia e Macias (2013) incentivam o uso de modelos ou protótipos, e jogos didáticos, na tentativa de contribuir para que os alunos visualizem estruturas como são na realidade, aproximando-os do conteúdo científico, reduzindo a abstração e facilitando a aprendizagem. Os autores ao aplicarem modelos didáticos e jogos para o ensino de Genética, tiveram a mesma percepção adquirida por nós ao aplicarmos o jogo sobre regulação da expressão gênica, pois relataram que estes recursos além de aumentarem o interesse e motivação dos alunos, auxiliaram para uma melhor visualização das estruturas microscópicas, incentivaram a curiosidade, criatividade e assimilação dos conteúdos de difícil compreensão, tornando concreto conceitos abstratos, e dando movimentos a processos que não são possíveis observar no mundo empírico ou a olho nu (GARCIA; MACIAS, 2013).

Cavalcanti e Landell (2021) salientam que o uso de modelos didáticos complementam as aulas corriqueiramente vistas como tradicionais, possibilitando ao

professor ampliar as possibilidades de ensinar e ao aluno as possibilidades de aprender. Os autores relatam que ao envolver situações contextualizadas, aproximando os estudantes dos conteúdos abordados nas aulas de Genética Molecular promoveu um maior envolvimento destes e uma aprendizagens mais significativas, quando comparados com o grupo que não vivenciou esta prática. Ao colocar em conflito os conhecimentos prévios associados aos conhecimentos científicos abordados com o material, observaram uma inquietação e curiosidade por parte do grupo, afirmando serem características essenciais para se fazer e ensinar ciências (CAVALCANTI; LANDELL, 2021). Com a utilização do jogo vinculados ao conteúdo de regulação da expressão gênica, os estudantes foram capazes de identificar a estrutura de um operon e suas regiões reguladoras, diferenciar a regulação gênica de controle positivo e negativo, indutível e repressível, além de simular condições ambientais que interferem o ligar e desligar dos genes em bactérias *Escherichia coli*, processos abstratos e difíceis de visualizar apenas com aulas teóricas.

Segundo Moran (2015, p.18), os jogos colaborativos e individuais, de competição, de estratégias, com etapas e habilidades bem definidas tornaram-se cada vez mais presentes nas diversas áreas de conhecimento e níveis de ensino, pois se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (MORAN, 2015, p.17). O jogo sobre regulação da expressão gênica permitiu essa proatividade, iniciativa e tomada de decisões, deixando todo o grupo envolvido e responsáveis pela execução de todas as etapas do jogo, desde a interpretação das ações necessárias até a análise dos resultados esperados, deixando os estudantes totalmente responsáveis pela sua aprendizagem.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protagonismo dos estudantes é uma das grandes características da educação no século XXI, e para isso, os docentes devem estar atentos as metodologias ativas, que apresentam um papel importante, visto que estimulam a autonomia e a participação ativa do aluno na construção do conhecimento.

Várias abordagens podem ser utilizadas na sala de aula, isoladamente ou em conjunto, para promover situações em que o estudante participe ativamente do processo de aprendizagem. Cabe ao docente, rever o objetivo da sala de aula, que antes era um espaço onde o aluno recebia passivamente as informações e que hoje deve ser assimilado a um espaço dinâmico, colocando o aluno como centro da aprendizagem. No método tradicional de ensino, o professor, por meio de aulas expositivas, utiliza o maior tempo da aula para explicar o conteúdo, não dando oportunidade para o estudante esclarecer suas dúvidas e praticar seu conhecimento.

Uma opção bastante significativa para o ensino é inverter essa sequência, onde o estudante assume a responsabilidade por um estudo prévio, se preparando e desenvolvendo conhecimentos antes da aula e os encontros presenciais servem para aplicações práticas dos conceitos estudados. Esta metodologia conhecida como sala de aula invertida (do inglês, *flipped classroom*) pode ser aliada a outras metodologias ativas, que priorizem a interação e a dinâmica em sala de aula. As metodologias aqui apresentadas, JiTT + Mentimeter e TBL, definidas como metodologias ativas, atrelam-se ao conceito de sala de aula invertida e demonstraram ser metodologias bem vistas e de grande aceitação por parte dos discentes e de fácil execução para os docentes.

O método *just-in-time teaching* associado à gamificação através do uso do recurso *quiz* da plataforma Mentimeter, aumentou o comprometimento dos estudantes com as tarefas extra classe de leitura dos capítulos de livros e resolução dos exercícios de aquecimento. Essa interpretação foi feita através do nítido entusiasmo dos estudantes durante os encontros presenciais, objetivando serem assertivos nas questões múltipla escolha do *quiz*, na tentativa de alcançar a maior pontuação da turma e ocupar o primeiro lugar do ranking. Percebemos que se talvez o método JiTT fosse aplicado separadamente ao recurso de gamificação, este não trouxesse os benefícios esperados de envolvimento dos estudantes na disciplina e o protagonismo estudantil. A gamificação, que tem por finalidade despertar mais interesse e aumentar o engajamento dos estudantes, por meio de rankings e recompensas, que se alcançam ao testar o conhecimento adquirido com o estudo, demonstrou-se ser uma ótima ferramenta para fortalecer o uso do método JiTT, que tem seus benefícios como: contribuir para o incentivo ao uso do livro didático, o hábito

de leitura, a interpretação de questões, a escrita, raciocínio e organização dos estudantes de forma autônoma e independente.

Com o método *team based learning* acrescentamos ao processo de ensino artigos científicos que contribuíram para aprofundar conceitos e adquirir novos conhecimentos. Analisar as questões do teste de garantia de preparo em equipes, potencializou a aprendizagem, a colaboração, e o vínculo entre os estudantes, que se mostraram envolvidos com a metodologia, não só por se prepararem para contribuir com suas equipes, mas também para terem sucesso no teste individual, já que a pontuação obtida ao final dos testes de garantia de preparo individual e em equipes serviu como instrumento de avaliação parcial para a disciplina de Biologia Molecular Aplicada. Tommaso e colaboradores (2018) salientam a importância dos instrumentos de avaliação acompanharem as mudanças do processo educacional, e em o TBL apresentou-se um bom método para isso. As atividades realizadas para aplicação de conceitos na última etapa do TBL promoveram o desenvolvimento de habilidades múltiplas, a criatividade e a autonomia sobre aprendizagem. O método contribuiu positivamente para o envolvimento dos estudantes com a disciplina e aumentou o interesse dos mesmos aos assuntos relacionados à área da genética.

O jogo sobre regulação da expressão gênica em organismos procariontes, publicado na sessão “material didático” da Revista Genética na Escola, enriqueceu o periódico com um recurso pedagógico ainda não elaborado, podendo ajudar positivamente professores e estudantes do ensino superior. O material teve seu objetivo concluído, ao ser avaliado positivamente pelos estudantes, como um método que contribuiu para compreensão de um tema abstrato, gerando uma aprendizagem leve e divertida. Ao incorporados o jogo nas aulas de Biologia Molecular aplicada, os estudantes vivenciaram uma experiência diferente ao que o se tem no ensino do dia a dia, o que facilitou a assimilação do conteúdo.

Muitos são os fatores responsáveis pelas dificuldades e desinteresse dos estudantes para as disciplinas de Genética, tendo como pontos principais: a complexidade dos termos, as abstrações dos conteúdos, e a metodologia tradicional de ensino. Para auxiliar na ruptura destas barreiras complementamos as aulas tradicionais com metodologias ativas de ensino na disciplina de Biologia Molecular aplicada do curso de Biomedicina de uma instituição de ensino superior e detectamos o crescente interesse e dedicação dos alunos. O uso das metodologias

também asseguraram o engajamento dos estudantes, o hábito de estudo, o desenvolvimento de habilidades, e a autonomia sobre a aprendizagem, contribuindo para o protagonismo estudantil. Os resultados dos questionários diagnósticos, reforçam a aceitação dos alunos frente as metodologias aplicadas no ano letivo de 2019, seu envolvimento e autonomia com a aprendizagem, além de permitir a identificação de algumas dificuldades, que nos levaram a adaptações dos métodos, como associação da plataforma Mentimeter ao método JiTT e o uso de artigos com letramento científico mais usual no método TBL.

Adotar práticas que abordem menos conteúdos e mais habilidades pode parecer, à primeira vista, um contrassenso, devido à necessidade de cumprir com todos os conteúdos programados. Normalmente, para lidar com essas dificuldades, os professores optam por posturas pedagógicas que acabam por tornar o ensino homogêneo e inflexível. O ritmo das aulas é acelerado, o que não abre espaço para diálogos, perguntas e discussões. Os alunos não possuem tempo para compreender e produzir um novo conhecimento, já que, a todo o momento, novos conceitos são introduzidos, em uma luta incessante contra o tempo. Em todo esse percurso, é provável que as competências e habilidades mais importantes, que deveriam ser adquiridas, se percam no meio de tanta informação e detalhes desnecessários (ANDRADE, 2017). Para justamente sanar este excesso de conteúdos, e conseguir chegar somente às dúvidas, é que as metodologias ativas abordadas em nosso trabalho, foram elaboradas. As respostas dos alunos às atividades preparatórias ou atividades em sala de aula, direcionaram o professor a utilizar o tempo em sala de aula para discutir os pontos relevantes ou que geraram dúvidas, assim a discussão dos assuntos foi mais aprofundada e em muitos momentos possibilitou conectá-las com outros assuntos e com as vivências do cotidiano.

Com todos os benefícios educacionais atingidos neste estudo, através do uso das metodologias ativas de ensino, recomendamos o uso do JiTT+Mentimeter, TBL e GBL em aulas de Genética para o ensino superior, e esperamos contribuir de forma otimista com todos os docentes que estão passando por essa transição do sistema educacional, lembrando que os métodos podem ser aplicados nos mais diversos níveis educacionais (Ensino fundamental, Ensino médio, Graduações e Pós-graduações), e nas mais diversas áreas de conhecimento.

Durante os anos de desenvolvimento desta tese duas situações afetaram as pesquisas e investigação de resultados: 1. Desligamento do vínculo empregatício com a instituição de ensino superior privada na qual a doutoranda lecionava; 2. A suspensão das atividades acadêmicas devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19). A primeira situação foi resolvida em conversa com a Professora Doutora Patricia Savio de Araujo Souza, do departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná e responsável pela disciplina BG052 - Genética para Biomedicina, que gentilmente concederia algumas de suas aulas durante o ano letivo de 2020, permitindo a continuidade do projeto de pesquisa sobre as metodologias ativas para o Ensino de Genética. Porém, a suspensão das aulas presenciais que iniciaram em março de 2020, se mantiveram nesta situação por tempo indeterminado, conforme descrito a seguir: O Presidente do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) em reuniões ocorridas nos dias 13 e 15 de março de 2020 na Sala dos Conselhos Superiores da UFPR, com representantes da gestão da universidade, da comunidade, com representantes da saúde pública e com outros reitores e gestores universitários, aprovaram a suspensão dos calendários acadêmicos dos cursos de graduação, pós-graduação e de educação profissional e tecnológica da UFPR (Resoluções 23, 24 e 25/19 – CEPE/UFPR) por 14 (quatorze) dias, a partir do dia 16 de março de 2020. Sendo posteriormente prorrogada a suspensão dos calendários acadêmicos dos cursos de graduação e de educação profissional e tecnológica da UFPR (Resoluções 23, 24 e 25/19 – CEPE/UFPR) e de pós-graduação, de 30 de março até o dia 02 de maio de 2020. Devido a gravidade da pandemia do Coronavírus (COVID-19) e a suspensão por tempo indeterminado das aulas presenciais a partir de 04 de maio de 2020, conforme resolução (Resoluções 23, 24 e 25/19- CEPE/UFPR) não foi possível colocar em prática o planejamento esperado para o ano letivo de 2020 e 2021, tendo em vista que o retorno das atividades acadêmicas em modalidade híbrida ocorreram em 31 de janeiro de 2022.

Sendo assim, todos os resultados apresentados nesta tese ficaram limitados ao projeto piloto desenvolvido no ano letivo de 2019 e algumas percepções do professor, que seriam validados de forma quantitativa nos anos sequenciais não foram concluídos. Sugerimos estudos futuros para validar a opinião dos estudantes e o sucesso da associação da plataforma Mentimeter e a gamificação ao método JiTT,

além da aplicação das metodologias em outras turmas de Biomedicina, ampliando o número amostral e fortalecendo nossos achados de que os métodos utilizados contribuíram com o ensino de Genética na educação superior, ao aumentar o interesse e envolvimento dos estudantes na disciplina de Biologia Molecular Aplicada, e promover o protagonismo estudantil.

10. CONCLUSÃO

As metodologias escolhidas e aplicadas no curso de Biomedicina contribuíram para o ensino de Genética, apresentados na disciplina de Biologia Molecular

Aplicada. O jogo auxiliou na assimilação de conceitos e reduziu a abstração do conteúdo sobre regulação da expressão gênica em procariotos. O método JiTT associado ao Mentimeter motivou os alunos a participarem das aulas e se dedicarem as atividades de preparo. O TBL contribuiu para o aprofundamento de temas e conceitos, favorecendo a colaboração e aprendizagem em grupo. As três metodologias trouxeram mais autonomia aos alunos e aumentaram o interesse sobre temas relacionados à Genética.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AGAMME, A.L.D.A. O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação de Ciências Biológicas). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.
- ALLE, B.R.; ANDRADE, F.A. de; HASS, I.; ALLE, L.F. GEA – Genes e Ambientes. **Revista Genética na Escola**, v.11, n.2, p.170–219, 2016.
- ANDERSON, J. ICT Transforming Education: A Regional Guide. **UNESCO Bangkok**. ISBN 978-92-9223-326-6, 2010.
- ANDRADE, G.B. O ensino de genética na formação superior: uma experiência de educação CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade). **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. 2017.
- ANDREWS, T.M., LEONARD, M.J., COLGROVE, C.A.; KALINOWSKI, S.T. Active learning not associated with student learning in a random sample of college biology courses. **CBE Life Sci Educ.**, v.10, p.394-405, 2011.
- ANTUNES, A.M., CRUZ, L.K.S. TELLES, M.P.C. Como desvendar enigmas genéticos a partir da comparação de sequências. **Revista Genética na Escola**, v.9, n.2, p.136–145, 2014.
- ARAÚJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma proposta para engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362- 284, 2013.
- BAHAR, M.; JOHNSTONE, A.H.; HANSELL, M.H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. **Journal of Biological Education**, v.33, n.2, p. 84-86, 1999.
- BAIOTTO, C.R. Atividade lúdica como estratégia diferenciada de ensino. **Anais EREBIO** - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2013.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington DC: **International Society for Technology in Education**, 2012.
- BERGMANN, J., SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro. 1ª ed. 2016. ISBN: 978-8521630456
- BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Revista de Ciências Sociais e Humanas**, v.32, n.1, p. 25-40, 2011.
- BEZERRA JR, A.G.; DOLIVEIRA, H.S.D. Projeto Genus: uma ferramenta pedagógica para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de genética. **Polyphonia**, v.25, n.2, p.489-504, 2014.

BLANDO, A. Autonomia intelectual de estudantes universitários: A investigação e a construção de um conceito. **Tese de Doutorado** - Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diretrizes e base da educação nacional**. Acesso em 20 de novembro de 2022. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm.

BRÃO, A.F.S.; PEREIRA, A.M.T.B. Biotecnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.1, p.55-76, 2015.

BOLLELA, V.R., SINGER, M.H., TOURINHO, F.S.V.; AMARAL, E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Revista Medicina**, v.47, n.3, p.293-300, 2014.

BOWLING, B.V., ACRA, E.E, WANG, L., MYERS, M.F., DEAN, G.E., MARKLE, G.C. MOSKALIK, C.L., HUETHER, C.A. Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. **Genetics Education: Innovations in Teaching and Learning Genetics**, v.178, n.1, p.15-22, 2008.

BRANDSFORD, J.D.; BROWN, A.L., COCKING, R.R. Como as Pessoas Aprendem: Cérebro, Mente, Experiência e Escola. Comitê de Desenvolvimento na Ciência da Aprendizagem - Washington, DC: **National Academies Press**, 2010.

BURNATT, S.T.G. Utilizando os jogos didáticos para o ensino de genética. **Monografia de Especialização** em Genética – UFPR, 2014.

CAIRES, L. Vacinas: especialistas da USP esclarecem a população sobre tema que engaja todo o País. **Jornal da USP**, 2022. Acessado em 17 de dezembro: <https://jornal.usp.br/ciencias/vacinas-especialistas-da-usp-esclarecem-a-populacao-sobre-tema-que-engaja-todo-o-pais/>

CAMPBELL, L.; CAMPBELL, B; DICKINSON, D. **Ensino e Aprendizagem por meio das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

CAMPOS, L.M.L; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino Unesp**, São Paulo, p. 35-48, 2003.

CAMPOS, C.K.P., SIQUEIRA, M.N., BORGES, J. P., RODRIGUES, L.A., OLIVEIRA, J.S., ROSA, M. A.; NEVES, A.F. Exames de paternidade pelo DNA: uma metodologia para ensino da genética molecular. **Revista Genética na Escola**, v.5, n.2, p.7–13, 2010.

CANAL, R. R.; BASTOS, F. A Abordagem de Temas Contemporâneos no Ensino de Biologia: análise de uma experiência. **Anais do I EREBIO** (Encontro Regional de

Ensino de Biologia), Universidade Federal Fluminense, Pesquisa acadêmica 3, p.71-73, 2001.

CANDAU, M. V. **A didática em questão**. Editora Vozes: Petrópolis, 1991. ISBN: 978-85-326-0093-6.

CARBONI, P.B.; SOARES, M.A.M. A genética molecular no ensino médio. **Gestão Escolar: Dia a Dia educação**. Produção de Artigos. 2001.

CAVALCANTI, C.A.G.; LANDELL, M.F. O Lúdico no Ensino de Genética Molecular: uma abordagem que estimula os estudantes e favorece a aprendizagem. **Revista Internacional Educon**, v.2, n.1, p.1-16, 2021.

CHICKERING, A.W.; GAMSON, Z.F. Seven principles for good practice in undergraduate education. **AAHE Bull**, p.3-7, 1987.

COSTA, C.R.B.S.F.; SIQUEIRA-BATISTA, R. As teorias do desenvolvimento moral e o ensino médico: uma reflexão pedagógica centrada na autonomia do educando. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.28, n.3, p.242-250, 2014.

D'ÁVILA, C.M. Didática lúdica: saberes pedagógicos e ludicidade no contexto da educação superior. **Revista Entreideias**, v.3, n.2, p.87-100, 2014.

DEBALD, B.S.; GOLFETO, N.V. Protagonismo Estudantil e Metodologias Ativas de Aprendizagem em Tempos de Transformação na Educação Superior. **Pleiade**, v.10, n.20, p. 05-11, 2016.

DEGRANDI, T. M.; CORDEIRO, A.L.; SOARES, A.A.; CARDOSO, D.C. e HASS, I. "Baralho mutante" para o ensino das alterações cromossômicas numéricas Aneuploidias. **Revista Genética na Escola**, v.13, n.2, p. 132-143, 2018.

DINH, T. H., LE, X. M. EFL teachers' perceptions of the use of e-textbooks at secondary schools in Dong Thap province. **Can Tho University Journal of Science**, v.12, n.2, p.15-24, 2020.

DORI, Y.J.; BELCHER, J. How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts. **Journal Learn Sci** v.14, p.243-279, 2005.

ESTEVEMON, F.M. & GISBERT, C.M. El nuevo paradigma de aprendizaje y las nuevas tecnologías. **REDU: Revista de Docencia Universitaria**, v.9, n.3, p.55-73, 2011.

FERNÁNDEZ M. A. Metodologías activas para la formación de competencias. **Educatio Siglo XXI**, v.24, p35-56, 2006.

FERNANDES, A.C., PESSOLATO, A.G.T., SOUZA, L.E.B., SILVA, R B., FERREIRA, P.C.G.; DARÉ, G.L.R. Utilização do jogo "Salada de Aminoácidos" para o

entendimento do código genético degenerado. **Revista Genética na Escola**, v.6, n.2, p.60–67, 2011.

FERNANDES, G.C., MOREIRA, F.S., PASSAGLIA, L.M.P. Do genoma à sala de aula: uma dinâmica sobre elementos de transposição. **Revista Genética na Escola**, v.11, n.1, p.74–85, 2016.

FERREIRA, S.S., CABRAL, A.L.T. Práticas de leitura por meio de objetos de aprendizagem na modalidade digital. **Revista do GEL**, v. 8, n.1, p. 69-90, 2011.

FERREIRA, C.P.; PAIVA, R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; GOLDBACH, T.; MERHY T.S.M. Brincando com a dificuldade do ensino de genética. **XI ENPEC** (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

FRANCISCO, G.C.B. Ensino de genética: uma abordagem a partir dos estudos sociais da ciência e da tecnologia (ESCT). **Dissertação de Mestrado** - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação da Universidade Regional de Blumenau (FURB), 2005.

FREEMAN, S.; EDDY, S.L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M.K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M.P. O aprendizado ativo aumenta o desempenho do aluno em ciências, engenharia e matemática. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, 111, p. 8410–8415, 2014.

GABRIEL, M. **Educar: a revolução digital na educação**. São Paulo. Ed. Saraiva, 2013.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Artmed: Porto Alegre, 2000. ISBN: 85-7303-620-8.

GARCIA, M.O.; MACIAS, L. Modelos didáticos e jogos: facilitadores no ensino de genética. **XXII Congresso de Iniciação Científica** – Universidade Federal de Pelotas. https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CH_00860.pdf. Acesso em 19 de dezembro de 2022.

GARRETT, F. **O que é Mentimeter**. Texto produzido para o TechTudo, 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/09/o-que-e-mentimeter-veja-como-funciona-e-como-criar-apresentacoes.ghtml>.

GAVRIN, A., WATT, J.X., MARRS, K. BLAKE, R.E. Just-in-Time Teaching (JiTT): Using the Web to Enhance Classroom Learning. **American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition**, 2003.

GAVRIN, A. Just-in-Time Teaching. Published in Metropolitan Universities. **STEM Innovation and Dissemination: Improving Teaching and Learning in Science, Technology, Engineering and Mathematics**, v.17, n.4, p. 9-18, 2006.

GAZOLLA, C. B., SOUZA, I. D. DE, GATTO, K. P., VITTORAZZI, S. E., HASS, I., & BRUSCHI, D. P. Citogenética comparativa: uma prática multidisciplinar para falar sobre evolução. **Revista Genética Na Escola**, v.15, n.1, p.26-43, 2020.

GUIMARÃES, M.N.K., PEDREIRA, M.M., OLIVEIRA, S.F. Tirinhas no ensino da estrutura, função e conceito de gene. **Revista Genética na Escola**, v.9, n.2, p.118–123, 2014.

GUPTA, P.K. Teaching genetics in India: Problems and possible solutions. **Indian J. Genet.**, n.79, v.1, p.326-339, 2019.

HAMARI, J.; KAIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. Hawaii International Conference on System Science. **Waikoloa**, p.3025-3034, 2014.

HERMAN, A.R.M. A importância do lúdico no processo ensino aprendizagem. **Trabalho de conclusão de curso** (Licenciatura em Pedagogia). Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, 2007.

HOPPE, L.; KROEFF, A.M.S. Educação Lúdica no Cenário do Ensino Superior. **Revista Veras**, v. 4, n. 2, p. 164-181, 2014.

INFANTE-MALACHIAS, M.E; PADILHA, I.C.M., WELLER, M. & SANTOS, S. Comprehension of basic genetic concepts by Brazilian undergraduate students. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n.3, p.657-668, 2010.

ISMAIL, N.A.S. Effectiveness of Team-Based Learning in teaching Medical Genetics to Medical Undergraduates. **Malays J Med Sci.**, v.23, n.2, p.73-77, 2016.

JONSSON, H. Using Flipped Classroom, Peer Discussion, and Just-in-time Teaching to Increase Learning in a Programming Course. **IEEE Frontiers in Education Conference** (FIE), p. 1-9, 2015.

JUNIOR, J.B.B. Aplicativos de interação em sala de aula: análise de três possibilidades pedagógicas com recursos digitais. **Revista Cocar**. v.14, n.30, p.1-16, 2020.

KARAGOZ, M.; ÇAKIR, M. Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. **Educational Sciences: Theory & Practice**, v.11, n.3, p.1668-1674, 2011.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. 8º Edição. São Paulo: Cortez, 1999. ISBN: 978-8524916472.

KRUG, R.R., VIEIRA, M.S.M., ANDRADE E MACIEL, M.V., ERDMANN, T.R., DE FARIA VIEIRA, F.V.; KOCH, M.C. & GROSSEMAN, S. O “Bê-Á-Bá” da Aprendizagem Baseada em Equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.40, n.4, p.602-620, 2016.

LACERDA, F.C.B; SANTOS, L.M. Integralidade na formação do ensino superior: metodologias ativas de aprendizagem. **Avaliação**, v.23, n.3, p.611-627, 2018.

LIMA, L.C.A. O jogo da resposta ao dano no DNA. **Revista Genética na Escola**, v.9, n.1, p.46–55, 2014.

LOPES, E.S.; GÜLLICH, R.I.C. As metodologias de ensino de genética no Brasil. Genetic teaching methodologies in Brazil. Evento: **XXVII Seminário de Iniciação Científica**, 2010.

LOZZA, R.; RINALDI, G.P. O uso dos jogos para a aprendizagem no ensino superior. **Programa de Apoio à Iniciação Científica** - FAE Centro Universitário | Núcleo de Pesquisa Acadêmica – NPA, 2017.

LUCKESI, C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez, 2005. ISBN: 85-249-0550-6.

MARQUESIN, D.F.B, BENEVIDES, C.R.; BAPTISTA, D.C. Leitura e escrita no ensino superior. **Revista de Educação**, v.14, n.17, p.9-28, 2011.

MARRS, K. A.; G. NOVAK. Just in Time Teaching in Biology: Creating an Active Learner Classroom Using the Internet. **Cell Biology Education**, v.3, n.1, p.49-61, 2004.

MARTINEZ, E.R.M.; PAIVA, L.R.S. Eletroforese de ácidos nucléicos: uma prática para o ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v.3, n.1, p.43–48, 2008.

MASCARELL, F. La cultura en la era de la incertidumbre. **Sociedad, cultura y ciudad**. Roca Editorial de Libros, 2005.

MASSETO, M. Inovação na Educação superior. **Revista Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, v.8, n.14, p.197-202, 2004.

MASTRES, K. Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: A literature review. **A literature review: Medical Teacher**, v.35, n.11, p.1584-1593, 2013.

MATOS, E.V.; ARAUJO, T.S.; SILVA, E.M.S.; FIGUEIREDO, D.R.F.; SOUZA, S.A.; SILVEIRA-FILHO, V.M. Genética Prática e Aplicada no Ensino de Biologia e Medicina. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 8, p. 59703-59713, 2020.

MICHAELSEN, L. K., DAVIDSON, N.; MAJOR, C. H. Team-based learning practices and principles in comparison with cooperative learning and problem-based learning. **Journal on Excellence in College Teaching**, v. 25, n.3-4, p. 57-84, 2014.

MICHAELSEN, L.K.; SWEET, M. Fundamental principles and practices of Team-Based Learning. In: Michaelson LK, Parmelee D, MacMahon KK, Levine RE. Team-Based Learning for health professions education: a guide to using small groups for improving learning. **Sterling, VA: Stylus Publishing**; 2008.

MIRALLES, L.; MORAN, P.; DOPICO, E.; GARCIA-VAZQUEZ, E. DNA Re-Evolution: A Game for Learning Molecular Genetics and Evolution. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v.4, n.6, p.396-401, 2013.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Revista Ciência Hoje**, v. 28, n. 168, p.64-66, 2001.

MITRE, S.M.; BATISTA-SIQUEIRA, R.; GIRARDI-DE-MENDONÇA, J.M.; MORAIS-PINTO, N.M.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L.M.A. Metodologias ativas de ensino aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v.13, n.2, p.2133-2144, 2008.

MOLL, P.; LORENTI, L. Um modelo didático tridimensional da dupla hélice do DNA. **Revista Genética na Escola**, v.9, n.1, p.38–45, 2014.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v.2, p.15-33, 2015.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Em: Bacich, L., Moran, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora. **Serie desafios da educação**, 2018.

MOREIRA, M.C.A.; SILVA, E. P. Concepções Prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. **Anais do I EREBIO** (Encontro Regional de Ensino de Biologia), Universidade Federal Fluminense, Pesquisa acadêmica 8, p.242-245, 2001.

MURRAY-NSEULA, M. Incorporating case studies into an undergraduate genetics course. **Journal of the Scholarship of Teaching and Learning**, v.11, n.3, p.75–85, 2011.

NASCIMENTO, E.R; PADILHA, M.A.; SILVA, C.L.; MELO RAMO DOS ANJOS, F. L. Metodologias ativas e engajamento docente: uma reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos professores da educação superior. **Educação Por Escrito**, v. 10, n. 1, 2019.

NONOHAY, J.S., COSTA, A.M., SILVA, J.S., SILVA, P.A.K.X.M. O Jogo dos Códon. **Revista Genética na Escola**, v.16, n.2, p.228–239, 2021.

NOVAK, G.; PATTERSON, E.; GAVRIN, A. & CHRISTIAN, W. Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology. **Upper Saddle River: Prentice Hall**, 1999. ISBN: 978-0130850348.

NOVAK, G.M.; MIDDENDORF, J. Just-in-Time Teaching: 21st Century Pedagogies. What works, what matters, what lasts. **Project Kaleidoscope**, v.4, 2004.

OLIVEIRA, B.L.CA., LIMA, S.F, RODRIGUES, L.S., PEREIRA JÚNIOR, G.A. Team-Based Learning como Forma de Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida

com Centralidade nos Estudantes no Processo Ensino Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.42, n.4, p.86-95, 2018.

OLIVEIRA, N. Atividades de experimentação investigativas lúdicas no Ensino de Química: um estudo de caso. **Tese de Doutorado**. Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, 2009.

OLIVEIRA, F.B.; SILVEIRA, R.M.V. O teste de DNA na sala de aula: é possível ensinar Biologia a partir de temas atuais? **Revista Genética na Escola**, v.5, n.1, p.1–4, 2010.

PAIVA, L. R.S., MARTINEZ, E.R.M., GAMBARINI, G.H.R., ALVES, J.C.P. Jogo banco genômico: trabalhar com genes e organismos transgênicos, uma prática para o ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v.3, n.2, p.29–36, 2008.

PAVAN, O.H.O. DNA recombinante. **Revista Genética na Escola**, v.1, n.2, p.54–62, 2006.

PACHECO, C., VIEIRA, L.L., ALVES, J.O., SOARES, P.M., CECCATTO, V.M. Bancos de dados biológicos: uma investigação médica para familiarizar-se com a bioinformática. **Revista Genética na Escola**, v.10, n.2, p.162–169, 2015.

PARMELEE, D.X.; MICHAELSEN, L.K. Twelve tips for doing effective Team-Based Learning (TBL). **Medical Teacher**, v.32, n.2, p.118-122, 2012.

PEREIRA-FERREIRA, C.; PAIVA, R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; GOLDBACH, T.; MERHY, T.S.M. Brincando com a dificuldade do ensino da genética. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

PICHARDO, J.I.; LÓPEZ-MEDINA, E.F.; MANCHA-CÁCERES, O.; GONZÁLEZ-ENRÍQUEZ, I.; HERNÁNDEZ-MELIÁN, A.; BLÁZQUEZ-RODRÍGUEZ, M.; JIMÉNEZ, V.; LOGARES, M.; CARABANTES-ALARCON, D.; RAMOS-TORO, M.; ISORNA, E.; CORNEJO-VALLE, M. & BORRÁS-GENÉ, O. Students and Teachers Using Mentimeter: Technological Innovation to Face the Challenges of the COVID-19 Pandemic and Post-Pandemic in Higher Education. **Education Sciences**, v.11, n.11, p.667, 2021.

PINTO, A.S.S.; BUENO, R.M.P.; SILVA, M.A.F.A.; SELLMANN, M.Z.; KOEHLER, S.M.F. Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”. **Revista de Pesquisa Científica – Janus**, v.6, n.15, 2012.

PIVEC, M.; KEARNEY, P. Games for Learning and Learning from Games. **Informatica**, v.31, p.419–423, 2007.

PRADO, C. A., PAVANATI, I., PEREIRA, K.; COMIOTTO, T. **As políticas públicas e o perfil do aluno do século XXI frente à inserção da tecnologia na educação**. Revista Intersaberes, v.12, n.25, p.178-187, 2017.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. On the horizon. MCB University Press, v.9, n.5, p.16. 2001.

REIMSCHISEL, T.; HERRING, A.L.; HUANG, J.; MINOR, T.J. A systematic review of the published literature on team-based learning in health professions education. **Medical Teacher**, p.1-11, 2017.

REZENDE, A.B.; OLIVEIRA, A.G.F.; VALE, T.C.; TEIXEIRA, L.A.S. LIMA, A.R.A; LUCCHETTI, A.L.G.; LUCCHETTI, G.; TIBIRIÇÁ, S.H.C.; EZEQUIEL, O.S. Comparison of Team-Based Learning versus Traditional Lectures in Neuroanatomy: Medical Student Knowledge and Satisfaction. **Research report**, Wiley Online Library, 2019.

RIBEIRO, L.H.F.; GERMANO, V.E; BRUNO, L.P.; FREIRE, M.L.B; NASCIMENTO, E.G.C; FERNANDES, T.A.A. Aprendizagem baseada em jogos como estratégia de ensino e aprendizagem na educação médica. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, v.11, n.12, 2022.

ROCHA, H.M.; LEMOS, W.M. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. **IX SIMPED** (Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Educação). Rio de Janeiro, 2014.

SANTANA, V.C.; OLIVEIRA, C.R.; RAMOS, R.B. First-year students' perceptions of team-based learning in a new medical genetics course. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.43, n.3, p.170-177, 2019.

SANTOS, J.C.F. Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: **Mediação**, 2008.

SANTOS, E.R., GALEMBECK, E. Síntese proteica: para entender como ocorre o processo de produção de proteínas. **Revista Genética na Escola**, v.11, n.2, p.148–157, 2016.

SANTOS, C.R.M.; SILVA, P.R.Q. A utilização do lúdico para a aprendizagem do conteúdo de genética. **Univ. Hum.**, v. 8, n. 2, p. 119-144, 2011.

SANTOS, C.P.; SOARES, S.R. Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: duas faces da mesma moeda. **Estudos em Avaliação Educacional**, v.22, n.49, p.353-370, 2011.

SANTOS, C.R.M.; PACINI, D.B.; GRISOLIA, M.N.K.G.; SILVA, P.R.Q. Ensino do Conteúdo de Genética no Ensino Médio por Meio de Modelos Lúdicos. **Revista da SBEnBio**. 2010.

SEPEL, L.M.; LORETO, E.L. Estrutura do DNA em origami: possibilidades didáticas. **Revista Genética Na Escola**, v.2, n.1, p.3–5, 2007.

SILVA, G.K., MELO, J.T.A., OLIVEIRA, A.H.S., SILVA, E.C., MEDEIROS, S.R.B., AGNEZ, L.F., LIMA, L.F.A. O julgamento da mutação. **Revista Genética na Escola**, v.8, n.1, p.42–57, 2013.

SILVA, C.C.; KALHIL, J.B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. The learning of genetics in the light of Grounded Theory: a preliminary experiment. **Ciênc. Educ.**, v.23, n.1, p. 125-140, 2017.

SILVA, A. M. T. B.; METTRAU, M.B.; BARRETO, M.S.L. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.88, n.220, p. 445-458, 2007.

SILVA, M. Sala de aula interativa: a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. **XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação. INTERCOM - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação**, 2001.

SILVA, N. Novo perfil de alunado: educação do século XXI. Periódico Multidisciplinar da Facility Express Soluções Acadêmicas. **Revista científica FESA**, v.1, n.11, p. 78-91, 2022.

SMITH M. K., WOOD, W.B., KNIGHT, J.K. The genetics concept assessment: A new concept inventory for gauging student understanding of genetics. **CBE Life Sci. Educ.**, v.7, n.4, p.422-430, 2008.

SMITH, M.K.; WOOD, W.B. Teaching Genetics: Past, Present, and Future. **Genetics**, v.204, n.1, p. 5-10, 2016.

SOUZA, C.P.A., AMORIM, A.P.S., TCHAICKA, L., ALVES, J.J. Código de barras de DNA: uma atividade para entender a identificação de espécies. **Revista Genética na Escola**, v.10, n.1, p.20–27, 2015.

STROHSCHOEN, A.A.G.; HENZ, G.L.; GEREVINI, A.M. **Mestrados para a Formação de Docentes: um locus de (re)construção e de aprendizagem**. Research, Society and Development, v.7, n.8, p.1-17, 2018.

SUHR, I. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. **Revista Transmutare**, v.1, n.1, p.4-21, 2016.

SUN, J., FLORES, J. & TANGUMA, J. **E-textbooks and students' learning experiences**. Decision Sciences Journal of Innovative Education, v.10, n.1, p. 63-77, 2012.

TEMP, D. S. Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Rio Grande do Sul, 2011.

TOMASKA, L. Let's bring games into university classrooms. **Science & Society**. EMBO Reports, v.23, p.2-6, 2022.

TOMMASO, M.C.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, M DA G.S. Metodologias ativas de aprendizagem como método de avaliação: uma proposta inovadora para o *team-based learning* ou aprendizagem baseada em equipes. **Conferencia no CIDU, Eixo Temático: EIXO 9 – Avaliação na Educação Superior**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2018.

VOLKWEISS, A.; LIMA, V.M.; FERRARO, J.L.S., RAMOS, M.G. Protagonismo e participação do estudante: desafios e possibilidades. Protagonism and student participation: challenges and possibilities. **Educação Por Escrito**, v.10, n.1, p.1-24, 2019.

WANG, Y.D. Just-in-Time Teaching in Genetics: Creating an Interactive Teaching and Active, Learning Environment Using, Blackboard Learning System. **Department of Biology**, University of Miami, 2005.

WATKINS, J.; MAZUR, E. Using JiTT with Peer Instruction. In: SIMKINS, S. & MAIER, M. Just in Time Teaching. Across the Disciplines, Sterling – VA, **Stylus Publishing**, p.39-62, 2010.

WOOD-ROBINSON, C., J. LEWIS, J.; LEACH, J., DRIVER. R. Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n.16, p.43-61, 1998.

WRIGHT, R., BOGGS, J. Learning Cell Biology as a Team: A Project-Based Approach to Uppe Division Cell Biology. **Cell Biology Education**, v. 1, p. 145–153, 2002.

ZALUSKI, F.C.; OLIVEIRA, T.D. A utilização de jogos como proposta de metodologia ativa: reflexões do processo de ensino e aprendizagem no ensino superior. **XVIII Seminário Internacional de Educação no Mercosul**. Anais Unicruz, 2018.

12. Anexos.

12.1 Questionário aplicado no primeiro trimestre do ano letivo de 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA

QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO 2019 – 1º semestre.

Percepções dos alunos em relação as metodologias aplicadas

Disciplina de Biologia Molecular Aplicada.

3º ano Biomedicina Noturno.

Ao longo do primeiro semestre de 2019, duas diferentes metodologias foram aplicadas durante as aulas de Biologia Molecular Aplicada, ministradas pela professora Ms. Shenia Pedro Bom da Silva. A fim de testar a eficiência e aceitação dos métodos, que visam diferentes alternativas para o ensino de Genética na educação superior, respondo este questionário por livre e espontânea vontade.

- Sobre o método *just-in-time teaching* (JiTT)

1. O QED pré-aula estimulou você a ler os capítulos dos livros didáticos sugeridos?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

2. Você respondeu ao QED pré-aula com que frequência?

() Total. () Parcial. () Nenhum.

3. As questões propostas no QED pré-aula colaboraram para você compreender melhor as explicações realizadas durante o encontro presencial?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

4. Você gostaria que o método JiTT continuasse no próximo semestre?

() Sim. () Não.

5. Qual nota de 0 a 10 você daria para a utilização desta metodologia no processo educacional? ____

- Sobre o método *team based learning* (TBL)

1. A aprendizagem baseada em equipes é uma metodologia que auxilia na fixação do conteúdo?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

2. Discutir com os colegas de equipe as questões propostas nos testes de garantia de preparo ajudaram você a solucionar possíveis dúvidas?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

3. A aplicação do TBL envolve a leitura de material extra-classe, você acredita que o uso de artigos para esse fim é uma boa alternativa de aprendizagem?

() Sim. () Nem tanto. () Não.

4. Você gostaria que novos TBLs fossem aplicados para fechamento de um determinado conteúdo?

() Sim. () Não.

5. Qual nota de 0 a 10 você daria para a utilização desta metodologia no processo educacional? ____

12.2 Questionário aplicado no segundo semestre do ano letivo de 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA

QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO 2019 – 2º semestre.

Percepções dos alunos em relação as metodologias aplicadas

Disciplina de Biologia Molecular Aplicada.

3º ano Biomedicina Noturno.

Ao longo do ano de 2019, três diferentes metodologias foram aplicadas durante as aulas de Biologia Molecular Aplicada, ministradas pela professora Ms. Shenian Pedro Bom da Silva. A fim de testar a eficiência e aceitação dos métodos, que visam diferentes alternativas para o ensino de Genética na educação superior, respondo este questionário por livre e espontânea vontade.

Método *Jusnting-time-teaching*

1. A metodologia, que envolve os questionário de estudo dirigido pré-aula (QEDs), auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, sendo: 1 – Gerou mais dúvidas, 2 – Não auxiliou, 3 – Auxiliou parcialmente 4 – Auxiliou muito. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	2. A resolução das questões propostas na metodologia, estimulou novos questionamentos, estabelecimento de hipóteses e busca por respostas, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐
3. A metodologia mostrou a importância da utilização dos livros didáticos para a construção de conhecimento e auxiliou nos meus hábitos de leitura, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.	4. A metodologia permitiu estabelecer conexões entre os assuntos, sem a ajuda do professor e me ajudou na compreensão do conteúdo durante a aula expositiva, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.

1○ 2○ 3○ 4○	1○ 2○ 3○ 4○
5. A metodologia me conduziu a construir conceitos na área de Biologia Molecular e conhecimentos sobre os conteúdos, de forma autônoma, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.	Possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método:
1○ 2○ 3○ 4○	

Método Team Based Learning

1. A metodologia, que envolve a leitura prévia de material de apoio, auxiliou na minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, sendo: 1 – Gerou mais dúvidas, 2 – Não auxiliou, 3 – Auxiliou parcialmente 4 – Auxiliou muito.	2. A metodologia aplicada me auxiliou na interpretação de questões e no desafio do meu conhecimento, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. e 4 – Concordo totalmente.
1○ 2○ 3○ 4○	1○ 2○ 3○ 4○
3. A leitura de material extra classe para realização da metodologia, trouxeram novas informações que não foram abordadas durante as aulas expositivas, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.	4. A metodologia me instigou a procurar conceitos e respostas, permitindo que eu assumisse responsabilidade pela minha própria aprendizagem, sendo: 1 Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente.
1○ 2○ 3○ 4○	1○ 2○ 3○ 4○
5. O TBL incentivou o trabalho em equipe e me permitiu contribuir com a aprendizagem dos meus colegas da equipe.	Possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método:
1○ 2○ 3○ 4○	

Método da Ludicidade

1. A utilização de material lúdico auxiliou na	2. O lúdico serviu como elemento estruturante
--	---

minha compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, sendo: 1 – Gerou mais dúvidas, 2 – Não auxiliou, 3 – Auxiliou parcialmente 4 – Auxiliou muito. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	para a construção do conhecimento de um tema abstrato, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐
3. É uma boa estratégia de aprendizagem, pois agrega conhecimento de maneira divertida e prazerosa, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	4. A metodologia gera um ambiente mais leve e propício para a aprendizagem, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐
5. O material lúdico utilizado durante a aula de expressão gênica era colorido e atrativo, sendo: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente 3 – Concordo e 4 – Concordo totalmente. 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐	Possíveis observações que possam melhorar a qualidade do método:

12.3 Gabarito para o teste de garantia de preparo do método TBL.

Team Based Learning (TBL) ou aprendizagem baseada em equipes

GABARITO PARA O TESTE DE GARANTIA DE PREPARO

1ª Parte (INDIVIDUAL)

Você tem 5 pontos para distribuir nas alternativas conforme o gabarito. A pontuação pode ser inserida total em uma mesma alternativa ou distribuída entre elas. Por exemplo: 5 ou 4+1 ou 3+2 ou 3+1+1 ou 2+2+1 ou 2+1+1+1 ou ainda 1+1+1+1+1, etc. Os pontos correspondem ao valor anotado na alternativa correta.

	A	B	C	D	E	PONTOS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
TOTAL FINAL – INDIVIDUAL						

Team Based Learning (TBL) ou aprendizagem baseada em equipes

2ª Parte (GRUPO)

Após a discussão das questões em grupo, você deverá apostar em qual questão é a correta (assinalando como primeira aposta a letra da resposta) assim como as possíveis outras respostas, por ordem de relevância. Para a primeira aposta o valor é de 5 pontos. Caso a resposta correta seja a segunda aposta, o grupo pontuará 3 pontos, para a terceira aposta 2 pontos, para a quarta 1 ponto e para a quinta 0 pontos.

Questão 1 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 2 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 3 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 4 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____
Questão 5 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 6 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 7 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 8 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____
Questão 9 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Questão 10 1ª aposta _____ 2ª aposta _____ 3ª aposta _____ 4ª aposta _____ 5ª aposta _____ TOTAL _____	Total FINAL GRUPO	TOTAL INDIVIDUAL ____ TOTAL GRUPO ____ $\Sigma = \text{_____} / 100$ TOTAL ATIVIDADE ____

13. MATERIAL SUPLEMENTAR.

13.1 AmEG: Ambientes e expressão gênica.

AmEG – Ambientes e Expressão Gênica



Shenia Pedro Bom da Silva¹, Iris Hass¹

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Genética,
Laboratório de Educação Científica, Curitiba, PR

Autor para correspondência - shenia.silva@yahoo.com.br

Palavras-chave: regulação gênica procariotos,
Escherichia coli, material didático, ensino-aprendizagem

Compreender a regulação gênica é indispensável para o estudo de como a informação genética flui do DNA ao fenótipo através da síntese proteica. A fim de diminuir a abstração do tema, o material didático AmEG é uma alternativa metodológica para o processo de ensino-aprendizagem, que pode ser usado por professores do ensino superior.

O material didático Ambientes e Expressão Gênica (AmEG) foi concebido para estudantes de graduação de cursos das áreas de Biológicas e da Saúde e tem por objetivo auxiliar na compreensão da regulação gênica em procariotos. O desafio que os estudantes enfrentarão ao manusear o material didático é desvendar a regulação gênica de alguns **operons** da bactéria *Escherichia coli*, quando submetida a diferentes situações ambientais.

Materiais

O material conta com:

- ♦ Anexo 1 e 3: diversas peças coloridas que representam proteínas reguladoras;
- ♦ Anexo 2 e 4: substratos;
- ♦ Anexo 5: **enzima** polimerase;
- ♦ Anexo 6: metabólitos específicos de regulação dos operons;

- ♦ Anexo 7: setas;
- ♦ Anexo 8: operon;
- ♦ Anexo 9: legenda;
- ♦ Anexo 10.1: cartilha introdutória sobre a bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*)
- ♦ Anexo 10.2: descrição de seis ambientes que apresentam cenários com modificações ambientais, permitindo empregar a efetividade de eventos de expressão gênica.

Para tornar o material visualmente atrativo é recomendado usar papel color plus A4 em 10 cores diferentes, conforme escolha do professor. Os números organizados na tabela abaixo permitem a montagem de oito kits, onde os componentes de cada kit após recortados e separados, podem ser armazenados em envelopes de papel.

Operon - Unidade transcricional de genomas bacterianos, na qual genes com funções relacionadas estão agrupados sob o controle de um único promotor.

Enzima - Molécula proteica que ativa e/ou regula uma reação química no organismo - catalisadores biológicos.

Papel color plus	Quantidade de folhas	Componentes	Número do Anexo	Quantidade por Kit
Cor 1	1	Proteína reguladora ativadora	1	1
Cor 2	1	Proteína reguladora repressora	1	1
Cor 3	1	Substrato ativador	2	4
Cor 4	1	Substrato correpressor	2	4
Cor 5	1	Proteína ativadora CAP	3	2
Cor 6	1	Substrato cAMP	4	4
Cor 7	1	RNA polimerase	5	1
Cor 8	3	Metabólitos	6	1
Cor 9	4	Setas	7	1
Cor 10	8	Estrutura do operons	8	1
	4	Legenda	9	1
	1	Cartilha e Ambientes	10	1

Instruções

Para entender a tabela, ver, por exemplo, que o anexo 1, será impresso duas vezes, porém em dois papéis de cores diferentes, tornando possível a presença dos dois tipos de proteínas reguladoras: uma cor para proteína reguladora ativadora e a outra cor para proteína reguladora repressora. Seguindo esta explicação, o mesmo deve ser feito para o anexo 2, pois há substratos indutores e correpressores.

É preciso imprimir todos os anexos necessários, sendo 10 no total (coluna número do anexo), com quantidade de cópias precisas (coluna quantidade de folhas), e reconhecendo a identificação de cada peça (coluna componentes).

Após todo material ser impresso, o próximo passo é fazer o recorte das peças para a montagem de oito kits (coluna quantidade por kit). Um passo importante é identificar os componentes e as cores na legenda (Anexo 9), pois o professor deve usar as sobras dos recortes e colar, frente a cada linha, a cor escolhida por componente, permitindo a identificação correta das peças pelos estudantes.

O anexo 6 traz os metabólitos específicos (**lactose**, **glicose** e **triptofano**) que são responsáveis pelo ligar e desligar dos genes dos operons *Lac* e *Trp*. Eles servem para demonstrar a condição do ambiente (ver figura 5 e 6), porém a peça a ser manuseada na representação dos mesmos correspondem ao “substrato” (Anexo 2). Por exemplo, se há triptofano no meio, o aluno coloca o metabólito triptofano (composição química – Anexo 6) sobre a mesa, e tem que utilizar, conforme as cores da legenda, o substrato correpressor. Essa dinâmica é uma maneira do aluno compreender qual dos operons é induzível e qual é repressível.

O molde das setas (Anexo 7) tem a função de representar a situação atual do operon, se os genes estiverem sendo transcritos é utilizado a seta **sem** o “X” e se os genes estiverem silenciados, a seta a ser usada é a que possui o “X” (Ver figuras 1 a 6).

A cartilha introdutória (Anexo 10.1) traz informações sobre a bactéria *Escherichia coli*, bem como sua simbiose com a espécie humana. Na cartilha há também as orientações de como os estudantes devem proceder a dinâmica, que envolve o lançamento de um dado. Cada aluno pode lançar o dado mais de uma vez e deve participar ativamente da rodada em que os outros membros da equipe estão jogando.

Orientações para os professores

O conteúdo sobre regulação da expressão gênica em procariontes deve ser abordado previamente, conforme preferência do professor, por meio de aula expositiva ou aplicação de alguma metodologia ativa, pois o contato prévio dos estudantes com conceitos, mecanismos e nomenclaturas específicas são fundamentais para a dinâmica de trabalho com o material.

É importante que tenha sido abordado: 1. A estrutura dos genes estruturais; 2. a classificação dos operons, se positivo ou negativo, se indutível ou repressível; 3. os sítios reguladores; 4. a localização e o produto dos genes reguladores; 5. as proteínas reguladoras (ativadora e repressora); e 6. os substratos (indutores e correpressores).

Os estudantes devem ser divididos em oito equipes (ou menos) de 3 (no mínimo) a 5 integrantes, podendo variar este número conforme a quantidade de alunos matriculados na turma. Ao entregar um kit para cada equipe, o professor deve orientá-los sobre a importância da autonomia na familiarização das peças coloridas, da legenda, da estrutura do operon, da cartilha introdutória e dos ambientes propostos.

Após o lançamento do dado, o aluno deve reproduzir a situação do ambiente conforme o número obtido (ex. número 5 obtido no dado, ambiente 5 deve ser reproduzido) e usar as peças coloridas para expor a situação para os colegas, testando seus conhecimentos através da interpretação do

Lactose - Carboidrato composto presente no leite.

Glicose - Carboidrato do grupo dos monossacarídeos, a glicose é utilizada pelas células no processo de respiração celular; a principal função da glicose é fornecer energia aos organismos vivos.

Triptofano - Um tipo de aminoácido essencial.

cenário descrito e o correto funcionamento do operon.

Em cada ambiente, duas condições ambientais são propostas para que seja possível a movimentação das peças, demonstrando o “ligar e/ou desligar” dos genes estruturais, que devem se encontrar em situação diferentes no início e no fim, representando assim as modificações do meio e a influência desse meio sobre a expressão dos genes (ver respostas).

O professor pode sugerir aos estudantes que façam uso do recurso de filmagem da câmera do celular, permitindo o registro da condição ambiental, da movimentação das peças e da explicação do colega de equipe que está sendo desafiado a testar seus conhecimentos. Os vídeos produzidos podem ser compartilhados entre eles servindo como material complementar no processo de aprendizagem.

Os estudantes devem ficar atentos:

1. aos metabólitos específicos (Anexo 6) que precisam ser inseridos ou removidos da dinâmica, demonstrando as condições específicas do meio em diferentes momentos;
2. as condições específicas do meio influenciam na correta ligação da proteína reguladora aos sítios reguladores, bem como a correta associação e dissociação da enzima **RNA polimerase** ao promotor;
3. as setas com as representações corretas de genes ligados ou desligados;
4. o encaixe do substrato na proteína reguladora, levando à mudança conformacional.

Sugere-se que sejam utilizadas no mínimo 2h/aula para execução desta atividade prática que, apesar de envolver a participação ativa e estimular a autonomia dos estudantes, deve também ter a participação do professor durante a dinâmica, caminhando entre os grupos, mediando a aprendizagem e conferindo a interpretação dos dados.

Protocolo de ação

1. Dividir a turma em oito equipes.
2. Entregar um kit/envelope do material didático para cada equipe.
3. Recordar quais são os tipos possíveis de regulação dos operons da bactéria *Escherichia coli*, analisando as figuras 1, 2, 3 e 4.
4. Ler a cartilha introdutória sobre *Escherichia coli*.
5. Abrir o envelope e se familiarizar com as peças representativas dos elementos que participam da regulação gênica (proteína reguladora repressora, proteína reguladora ativadora, substrato ativador, substrato correpressor, polimerase, etc...)
6. Lançar o dado para obtenção de um número aleatório, que será utilizado para selecionar a carta ambiente (1 a 6) que constará de informações sobre as condições ambientais que deverão ser representadas.
7. Fazer a interpretação do cenário descrito na carta ambiente.
8. Construir a correta representação do operon na condição ambiental inicial.
9. Movimentar, acrescentar e/ou remover peças do material didático AmEG, demonstrando para os colegas os passos necessários para representar as novas condição do operon, conforme a mudança ambiental proposta na carta ambiente.
10. Usar o recurso de filmagem da câmera do celular, para registrar a condição do operon conforme a mudança ambiental, através da movimentação das peças e da explicação do colega de equipe que está sendo desafiado a testar seus conhecimentos.
11. Selecionar um novo participante e retornar ao passo 6 deste protocolo.

Repetir o passo 11, até que todos os estudantes da equipe participem da dinâmica.

RNA Polimerase – Enzima responsável pela síntese de RNA a partir de sequências de DNA.

Respostas e auxílio ao professor

O material didático explora, através de seis descrições ambientais, os diferentes controles de expressão gênica de um organismo procaríoto, a bactéria *Escherichia coli*. Em procariotos o nível mais importante da regulação gênica é transcricional e pode ocorrer por dois tipos de controle: positivo e negativo.

Na regulação de controle positivo a proteína reguladora (Anexo 1) atua como ativadora, pois quando ligada ao DNA ativa a expressão dos genes. Na regulação de controle negativo, a proteína reguladora (Anexo 1) atua como repressora, pois quando ligada ao DNA bloqueia o acesso da RNA polimerase ao promotor e impede a **transcrição** dos genes em **RNA mensageiro**.

A expressão dos genes não depende apenas da capacidade de ligação da proteína reguladora ao promotor, mas também de substratos presentes no meio (Anexo 6). Os substratos que estimulam a expressão de genes que estão habitualmente desligados são chamados de indutores (Anexo 2), e estão envolvidos na indução da expressão gênica. Por outro lado, os substratos que desligam a expressão de genes que estão habitualmente ligados são chamados de corepressores (Anexo 2), e estão envolvidos no silenciamento gênico.

No organismo procaríote a regulação gênica pode ser classificada como: controle negativo induzível (Figura 1); controle negativo repressível (Figura 2); controle positivo induzível (Figura 3); e controle positivo repressível (Figura 4).

Transcrição - É a primeira etapa da expressão do gene. Envolve a síntese de uma molécula de RNA a partir da leitura de um gene presente no DNA.

RNA mensageiro - Responsável pela transferência de informações do DNA até os ribossomos. Ele contém a mensagem escrita na sequência de nucleotídeos para que ocorra a montagem correta da sequência de aminoácidos da proteína.

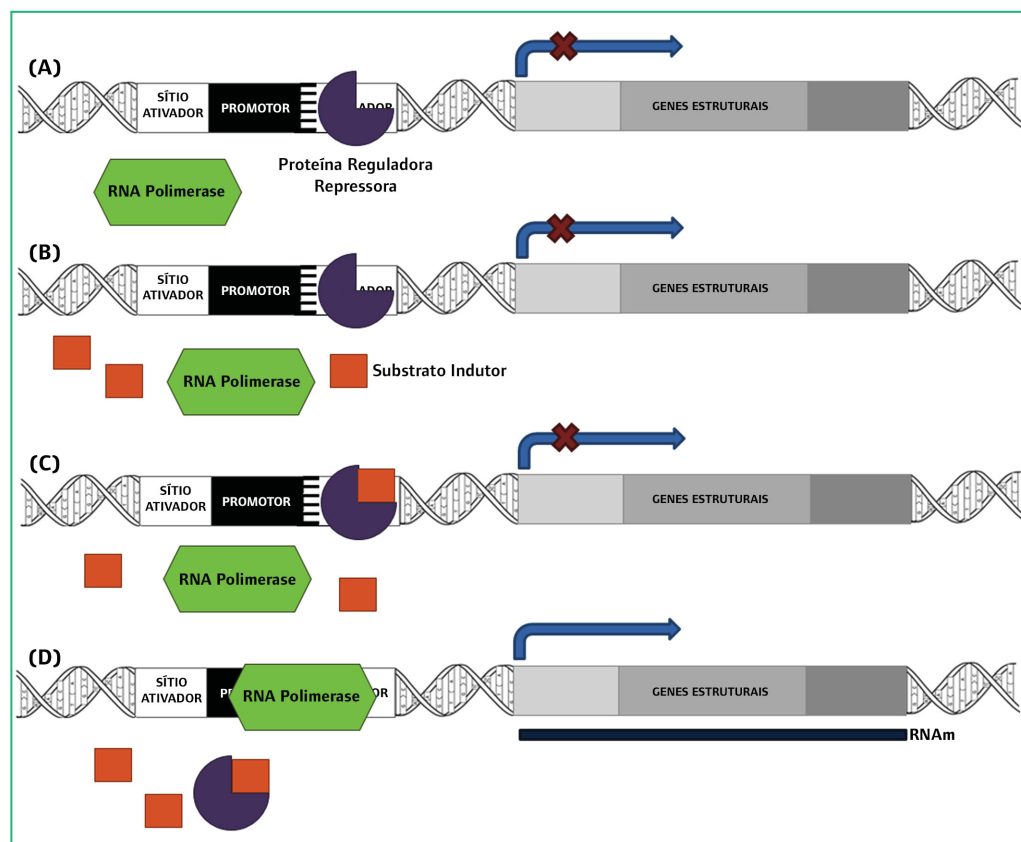
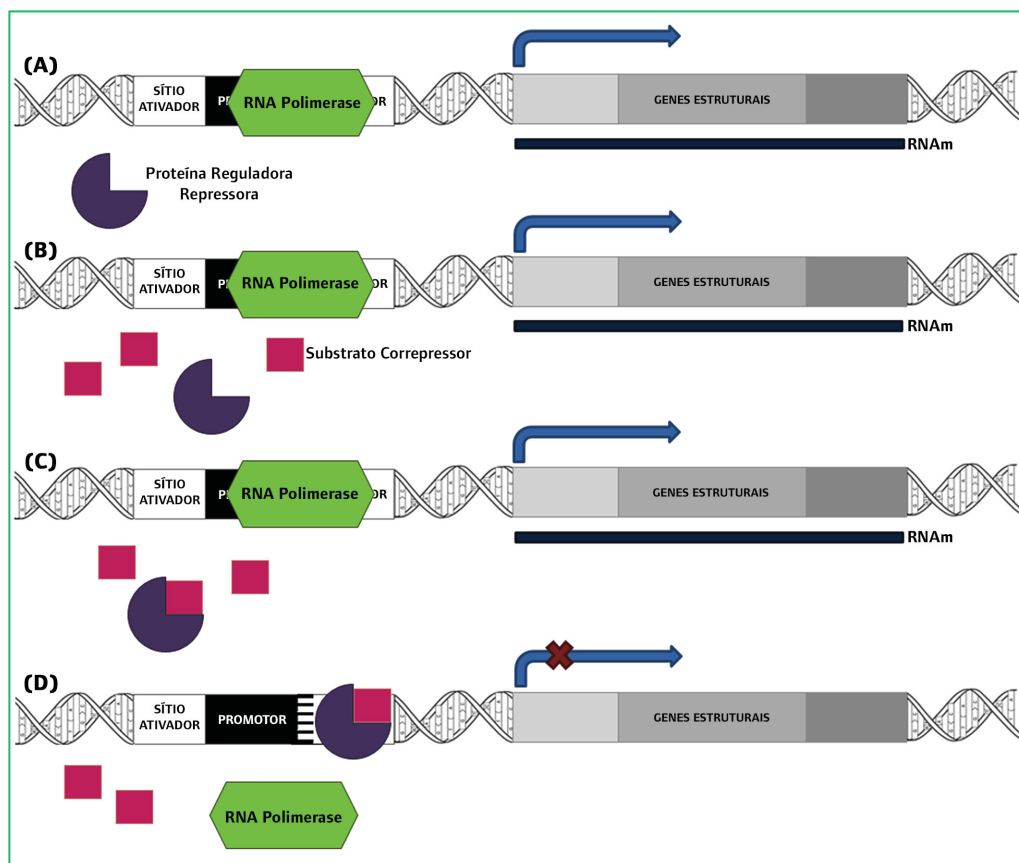
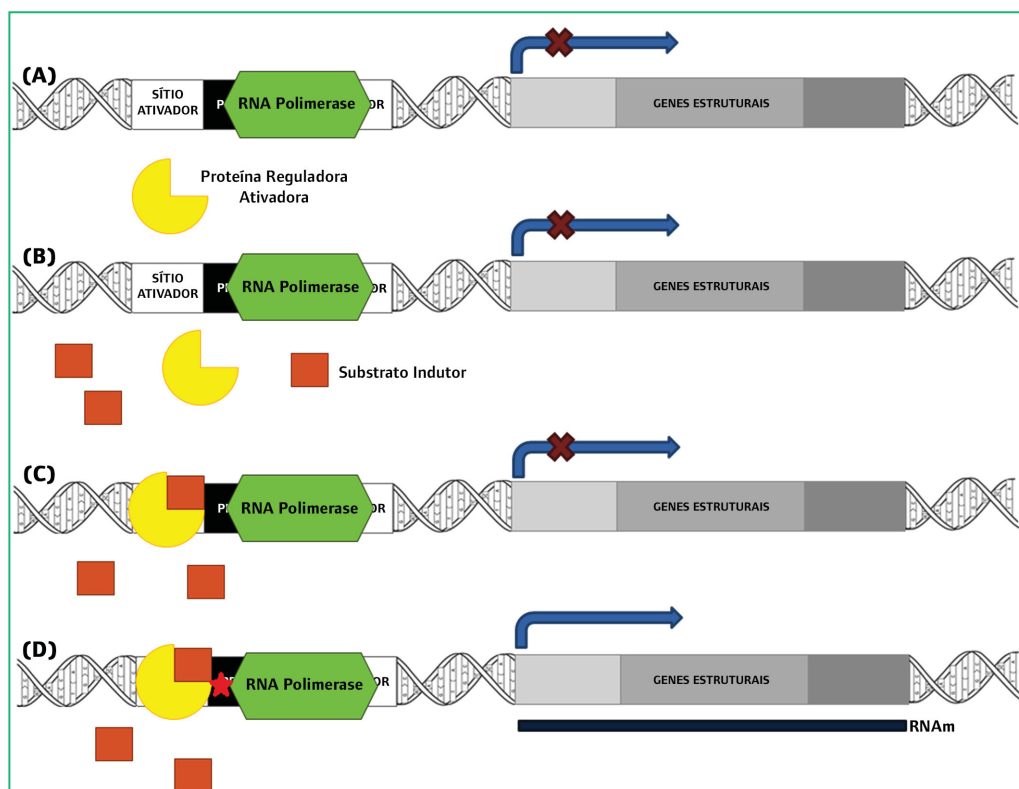


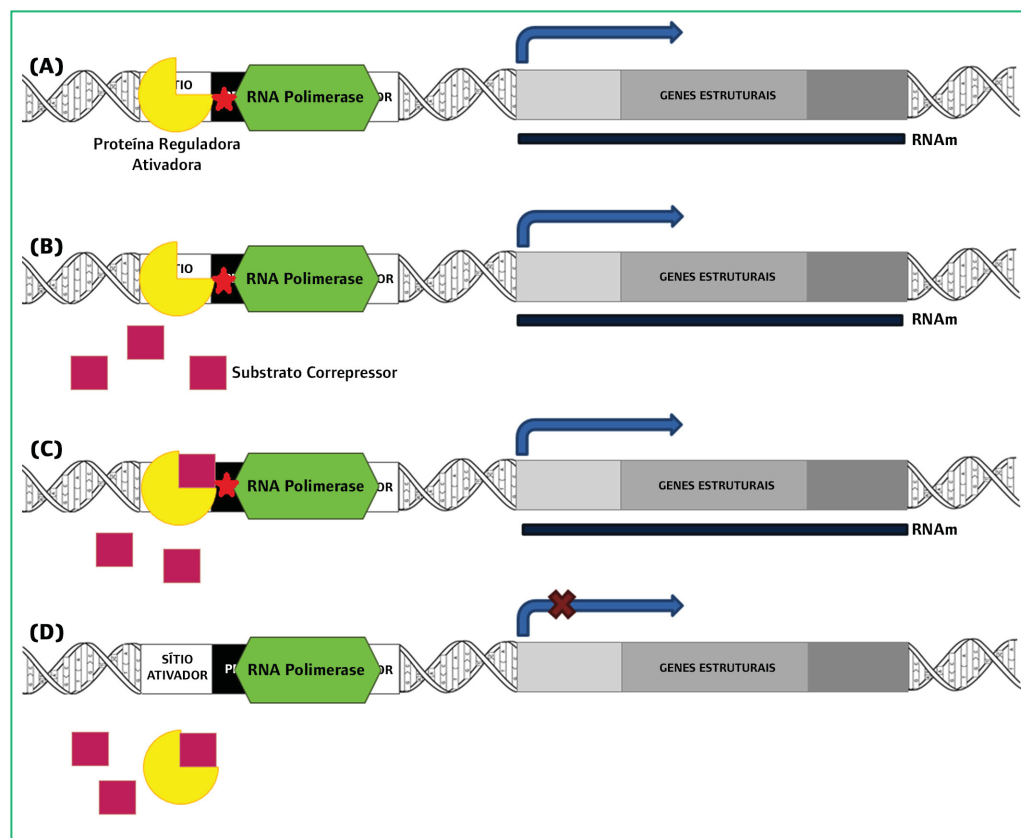
Figura 1. A transcrição está normalmente desligada. A proteína reguladora repressora livre de seu substrato específico liga-se ao operador (A) e assim bloqueia a ligação da RNA polimerase no promotor, impedindo a transcrição. Quando um substrato indutor está presente (B), este se liga à proteína reguladora (C), a qual modifica sua estrutura e perde a capacidade de se ligar ao DNA. O operador livre permite a ligação da RNA polimerase ao promotor, iniciando a transcrição dos genes estruturais (D).

**Figura 2.**

A transcrição está normalmente ligada. A proteína reguladora repressora livre de seu substrato não tem capacidade de se ligar ao operador, o que permite a ligação da RNA polimerase no promotor e ativação da transcrição (A). Quando o substrato correpressor está presente no meio (B), este se liga à proteína repressora e induz sua alteração conformacional (C). Como resultado, a proteína repressora passa a ter afinidade pelo operador, ao qual ela se liga impossibilitando o acesso da RNA polimerase no promotor, desligando a transcrição (D).

**Figura 3.**

A transcrição está normalmente desligada. A proteína reguladora ativadora livre do seu substrato não se liga ao sítio ativador (A) e consequentemente inibe a transcrição. Na presença do substrato indutor (B), a proteína reguladora ativadora tem sua conformação alterada e ganha a capacidade de ligação ao sítio regulador (C). A proteína auxilia no deslocamento da RNA polimerase pelo promotor, permitindo a transcrição dos genes estruturais (D).

**Figura 4.**

A transcrição está normalmente ligada. A proteína reguladora ativadora livre se liga ao sítio ativador (A) e auxilia no deslizamento da RNA polimerase e sua saída do promotor, promovendo a transcrição. Na presença do substrato corressor no meio (B), este se liga à proteína reguladora (C), que muda sua conformação tornando-a incapaz de se ligar ao sítio ativador (D), de modo que a transcrição não é mais estimulada.

Representando o controle positivo induzível, temos no material didático o ambiente 2, que apresenta no cenário duas condições diferen-

tes. A movimentação das peças e a resposta para cada um destes cenários possuem explicação na tabela abaixo.

AMBIENTE 2		
Cenário (O que o aluno vai ler)	Condição 1 (Resposta esperada)	Condição 2 (Resposta esperada)
Um operon qualquer de <i>E.coli</i> que possui controle de regulação do tipo <u>positivo induzível</u> tem a presença do substrato no meio representado no gráfico. Como se encontra a expressão dos genes no tempo de 15 min e de 1 h?	15 minutos = Substrato induzível ausente. Na ausência do substrato indutor, a proteína reguladora repressora não possui afinidade pelo sítio ativador e não estimula a transcrição. Genes do operon encontram-se desligados.	1 hora = Substrato induzível presente em abundância. Na presença do substrato indutor, este se associa com a proteína reguladora repressora, muda sua conformação e então o complexo passa a ter afinidade pelo sítio ativador, auxiliando no deslizamento da RNA polimerase pelo operon e estimula a transcrição. Genes do operon encontram-se ligados.

Movimentação das peças: - Controle Positivo induzível (Ver Figura 3).

Representando o controle positivo e negativo repressível, temos no material didático o ambiente 3, que apresenta no cenário duas

condições diferentes. A movimentação das peças e a resposta para cada um destes cenários possuem explicação na tabela abaixo.

AMBIENTE 3		
Cenário (O que o aluno vai ler)	Condição 1 (Resposta esperada)	Condição 2 (Resposta esperada)
Pesquisadores buscando compreender melhor o funcionamento das vias metabólicas que influenciam na respiração da bactéria <i>E.coli</i> em condição anaeróbica, descobriram a atuação de enzimas de dois operons, ambos de regulação repressível, porém o operon I possui <u>controle negativo</u> e, o operon II, <u>controle positivo</u>. Represente o controle genético dos operons I e II em condições normais e com a presença do substrato evidenciando as diferenças e semelhanças entre eles.	Operon I A transcrição está normalmente ligada. A proteína reguladora atua como repressora e, na ausência do substrato repressor, não possui afinidade com o DNA (sítio operador), possibilitando a ligação da RNA polimerase ao promotor. O substrato repressor presente no meio auxilia na ligação da proteína ao DNA, impedindo a ligação da RNA polimerase ao promotor, desligando a expressão dos genes.	Operon II Semelhança com o operon I: a transcrição está normalmente ligada. Diferença com o operon I: a proteína reguladora atua como ativadora e precisa estar ligada ao DNA (sítio ativador) para que os genes sejam expressos. Semelhança com o operon I: o substrato presente no meio silencia a expressão dos genes. Diferença com o operon I: o substrato repressor auxilia na separação da proteína reguladora do DNA e não estimula o deslizamento da RNA polimerase pelo operon, silenciando a expressão dos genes.

Movimentação das peças: - Controle negativo repressível (Ver Figura 2).

- Controle positivo repressível (Ver Figura 4).

Entre os principais sistemas de operon bacteriano, o Operon *Lac* refere-se ao controle genético do **metabolismo** da lactose em *E. coli*. Considerado um operon negativo induzível, os genes estruturais estão geralmente desligados, devido à associação da proteína reguladora repressora ao operador. Quando no meio há presença de lactose e ausência de glicose, a expressão dos genes aumenta cerca de mil vezes.

A transcrição eficiente do Operon *Lac* ocorre apenas se houver lactose e se a glicose estiver ausente (Figura 5). Por ser um monossacarídeo e não precisar ser previamente hidrolisada, a glicose é a fonte de energia primária de muitas bactérias que, quando está presente no meio, reprime a expressão de genes que participam do metabolismo de outros açúcares.

A repressão catabólica é um segundo controle do operon *Lac*, que surge em resposta à presença de glicose através de um controle

positivo, sendo obtido por meio da ligação de uma proteína reguladora chamada proteína catabólica ativadora (CAP) (Anexo 3) ao sítio ativador do DNA, aumentando a eficiência de ligação da RNA polimerase aos promotores. O regulador CAP só consegue se ligar ao sítio ativador ao formar um complexo com uma molécula sinalizadora - um nucleotídeo modificado adenosina-3',5'-monofosfato cíclico (AMP cíclico ou cAMP) (Anexo 4), que tem sua concentração regulada de maneira inversa proporcional ao nível de glicose disponível no meio.

O operon *Lac* possui três genes estruturais: *lacZ*, *lacY*, e *lacA*. Esses genes são transcritos como um único RNAm, regulados sob o controle de um único promotor e traduzidos para proteínas específicas que ajudam a célula a utilizar a lactose. A enzima β -galactosidase, codificada pelo gene *lacZ*, possui duas funções importantes: converte lactose em alolactose e também quebra a lactose em glicose e galactose. A enzima permease, pro-

Metabolismo - Conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior dos organismos vivos.

duto do gene *LacY*, é necessária para que seja possível o transporte da lactose para dentro da célula. E ainda, uma terceira enzima, tio-

galactosídeo transacetilase, produto do gene *LacA*, não possui uma função clara no metabolismo da lactose.

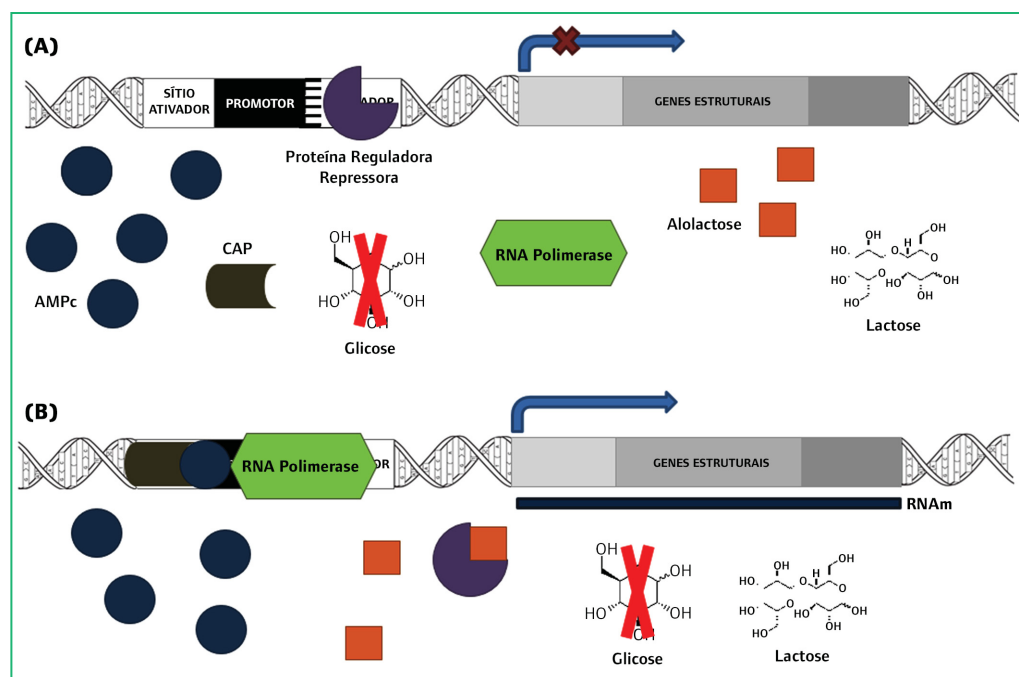


Figura 5.

Em (A) é possível visualizar como o gene está inicialmente organizado quanto à sua expressão - desligado e a representação dos substratos, lactose, alolactose e glicose, necessários para ativar o operon. Em (B) temos a representação da associação/dissociação das proteínas reguladoras e da ligação da RNA polimerase ao DNA, levando a nova organização do gene quanto a sua expressão - ligado. Fonte: As autoras (2021).

No material didático, representando o controle negativo/positivo induzível, temos os ambientes que envolvem o operon *Lac* e

estão representados pelos números 1 e 6. O que deve ser esperado do aluno em cada um dos cenários, encontra-se organizado abaixo.

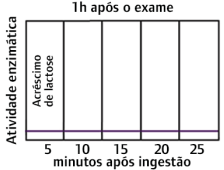
AMBIENTE 1		
Cenário (O que o aluno vai ler)	Condição 1 (Resposta esperada)	Condição 2 (Resposta esperada)
Na rotina nutricional de uma pessoa, às 6:00 h (a.m) a glicose está sendo usada como principal fonte energética e não há no meio nenhum outro carboidrato. Após uma série intensa de atividade física e alto gasto energético, a primeira refeição do dia, feita às 9:30 h (a.m.), contou com o consumo de produtos ricos em lactose.	7:00 h da manhã = Presença de glicose e ausência de lactose.	11:00 h da manhã = Ausência de glicose e presença de lactose.
Pensando na obtenção de energia das bactérias <i>E.coli</i> presentes no intestino desta pessoa, demonstre a expressão dos genes do operon <i>Lac</i> às 7 h da manhã e às 11 h da manhã.	Sítio ativador sem ligação do complexo CAP-cAMP, pois na presença de glicose há baixo cAMP na célula e o complexo com a proteína reguladora CAP não é formando. Proteína reguladora repressora <i>Lac I</i> ligada ao sítio operador, impedindo o acesso da RNA polimerase. Ausência de substrato indutor no meio (lactose). Genes do operon <i>Lac</i> desligados.	Sem glicose a quantidade de cAMP aumenta e forma o complexo CAP-cAMP, capaz de se ligar ao sítio ativador, auxiliará no deslizamento da RNA polimerase pelo operon. O substrato indutor presente no meio se liga à proteína reguladora repressora, que perde a afinidade com o operador. Operador livre permite a ligação da RNA polimerase ao promotor. Genes do operon <i>Lac</i> ligados.

Movimentação das peças: - Controle da glicose (CAP-cAMP) = Positivo induzível (Ver Figura 3).

- Controle da lactose = Negativo induzível (Ver Figura 1).

- Funcionamento do operon *Lac* = Positivo/Negativo Induzível (Figura 5).

AMBIENTE 6

Cenário (O que o aluno vai ler)	Condição 1 (Resposta esperada)	Condição 2 (Resposta esperada)
Ao ingerir glicose para um exame de curva glicêmica, e se alimentar com produtos ricos em lactose 1 h e 6 h após a análise laboratorial, a atividade das enzimas que participam do metabolismo de lactose variaram e estão representadas nos gráficos. Demonstre a situação da regulação do <u>operon Lac</u> nos dois momentos de acréscimo da lactose.  	Acréscimo 1 h após o exame. A presença do substrato indutor lactose no meio se liga à proteína reguladora repressora <i>Lac I</i> e esta se desliga do operador permitindo a ligação da RNA polimerase ao promotor. Porém, na presença de glicose há baixo cAMP na célula e o complexo com a proteína reguladora CAP não é formado e o sítio ativador permanece vazio, não havendo estímulo do deslizamento da polimerase pelo operon. Genes do operon <i>Lac</i> desligados.	Acréscimo 6 h após o exame. A situação da proteína reguladora repressora <i>Lac I</i> em associação com a lactose permanece a mesma. O que muda é que na ausência de glicose há um aumento de cAMP na célula e o complexo com a proteína reguladora CAP é formado, permitindo a ligação ao sítio ativador e favorecendo o deslizamento da polimerase pelo operon. Genes do operon <i>Lac</i> ligados.

Movimentação das peças: - Controle da glicose (CAP-cAMP) = Positivo induzível (Ver Figura 3).

- Controle da lactose = Negativo induzível (Ver Figura 1).

- Funcionamento do operon *Lac* = Positivo/Negativo Induzível (Figura 5).

Repressão catabólica: por mais que tenha lactose no meio, a glicose será consumida primeiro, como fonte preferencial de energia.

Outro operon bacteriano bem estudado e descrito é o Operon *Trp*, que possui controle negativo repressível e é responsável pela conversão do **corismato** em triptofano. A presença do aminoácido triptofano nas células é importante, pois compõe parte das moléculas proteicas tão fundamentais à vida. A proteína reguladora do Operon *Trp* atua como repressora e apenas consegue se ligar ao operador quando há presença de triptofano extra no meio. A presença de triptofano

leva a uma mudança conformacional na proteína repressora, tornando-a capaz de se ligar ao operador que, ocupado, impede a ligação da RNA polimerase ao promotor e desliga a transcrição dos genes estruturais (Figura 6). Quando os níveis celulares de triptofano estão baixos, a proteína reguladora repressora se desliga do operador, liberando o promotor, quando então a RNA polimerase se liga e inicia a transcrição dos genes estruturais, sintetizando, assim, mais triptofano.

Corismato - Principal precursor bacteriano para a biossíntese de aminoácidos aromáticos essenciais, como o triptofano.

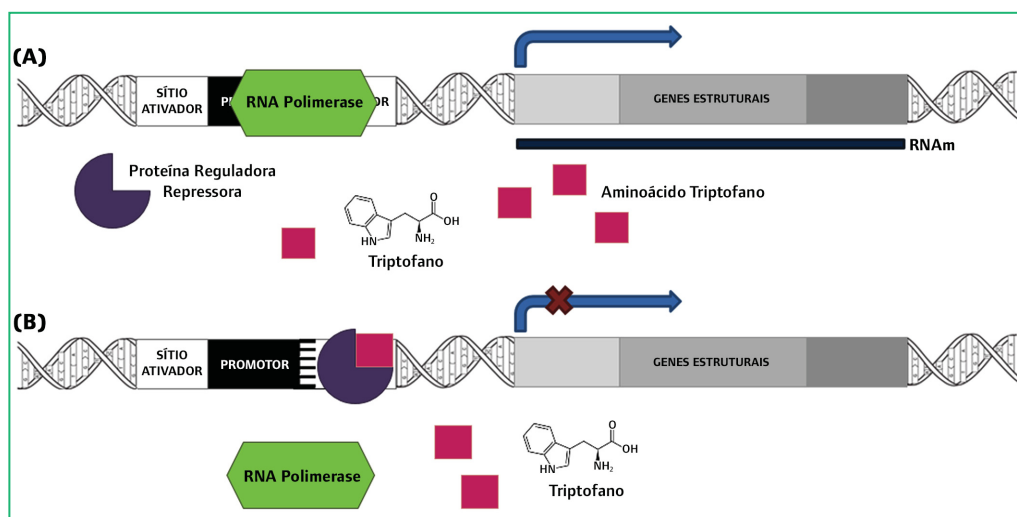


Figura 6.

Em (A) é possível visualizar como o gene está inicialmente organizado quanto a sua expressão – ligado e os substratos triptofano presentes no meio necessários para reprimir o operon. Em (B) temos a representação da associação da proteína reguladora e da dissociação da RNA polimerase do DNA, levando à nova organização do gene quanto à sua expressão – desligado. Fonte: As autoras (2021).

Para converter o corismato em triptofano, o operon *Trp* possui cinco genes estruturais (*trpE*, *trpD*, *trpC*, *trpB* e *trpA*) que codificam para três enzimas distintas, sendo que duas das enzimas são compostas por dupla cadeia polipeptídica. O primeiro gene estrutural, *trpE*, tem uma região 5' não traduzida (5' UTR) longa que é transcrita, mas não codifica para nenhuma dessas enzimas, apenas

participa de outro mecanismo regulatório do operon *Trp*, que consiste no término prematuro da transcrição e é conhecido como atenuação.

No material didático, apenas o ambiente 4 envolve a ação do operon *Trp*; as condições esperadas no cenário proposto encontram-se organizadas na tabela abaixo.

AMBIENTE 4		
Cenário (O que o aluno vai ler)	Condição 1 (Resposta esperada)	Condição 2 (Resposta esperada)
A <i>E. coli</i> é capaz de sintetizar todos os vinte aminoácidos de maneira natural para a síntese proteica. Na espécie humana o triptofano é um aminoácido essencial e deve ser adquirido pela alimentação. Uma amostra de intestino retirado de dois pacientes mostrou que o paciente "A" apresentava uma alimentação rica em alimentos que continham triptofano, enquanto que no paciente "B" não foram encontrados sinais deste aminoácido. Como encontra-se e expressão do operon <i>Trp</i> das bactérias intestinais que residem nos paciente "A" e "B", considerando a eficiência energética do microrganismo?	Paciente A: favorece a presença de triptofano no meio e a <i>E.coli</i> não precisa gastar energia, mantendo o operon <i>Trp</i> ligado. Quando o substrato corressor triptofano está presente no meio, ele liga-se à proteína repressora e induz a alteração conformacional. A proteína repressora se liga ao operador e impede a ligação da RNA polimerase no promotor. Genes do operon <i>Trp</i> desligados.	Paciente B: não dispõe de triptofano no meio e a <i>E.coli</i> mantendo o operon <i>Trp</i> ligado. Na ausência do substrato corressor triptofano no meio, a proteína repressora não se liga ao sítio operador e favorece a ligação da RNA polimerase ao promotor. Genes do operon <i>Trp</i> ligados.

Movimentação das peças: - Controle do operon triptofano = Negativo repressível (Ver Figura 2)
- Funcionamento do operon *Trp* = Ver Figura 6.

Professor, observe que nos kits que serão entregues aos alunos, haverá apenas as descrições sobre o cenário. As condições 1 e 2 apresentadas são informações referentes às respostas. O gabarito de resposta pode ser usado conforme sua preferência, e aqui sugerimos três maneiras: 1. para si próprio, optando por auxiliar presencialmente os estudantes, estimulando para o pensamento correto e a participação ativa de todos os membros da equipe. 2. pós aula, optando por passar o gabarito para

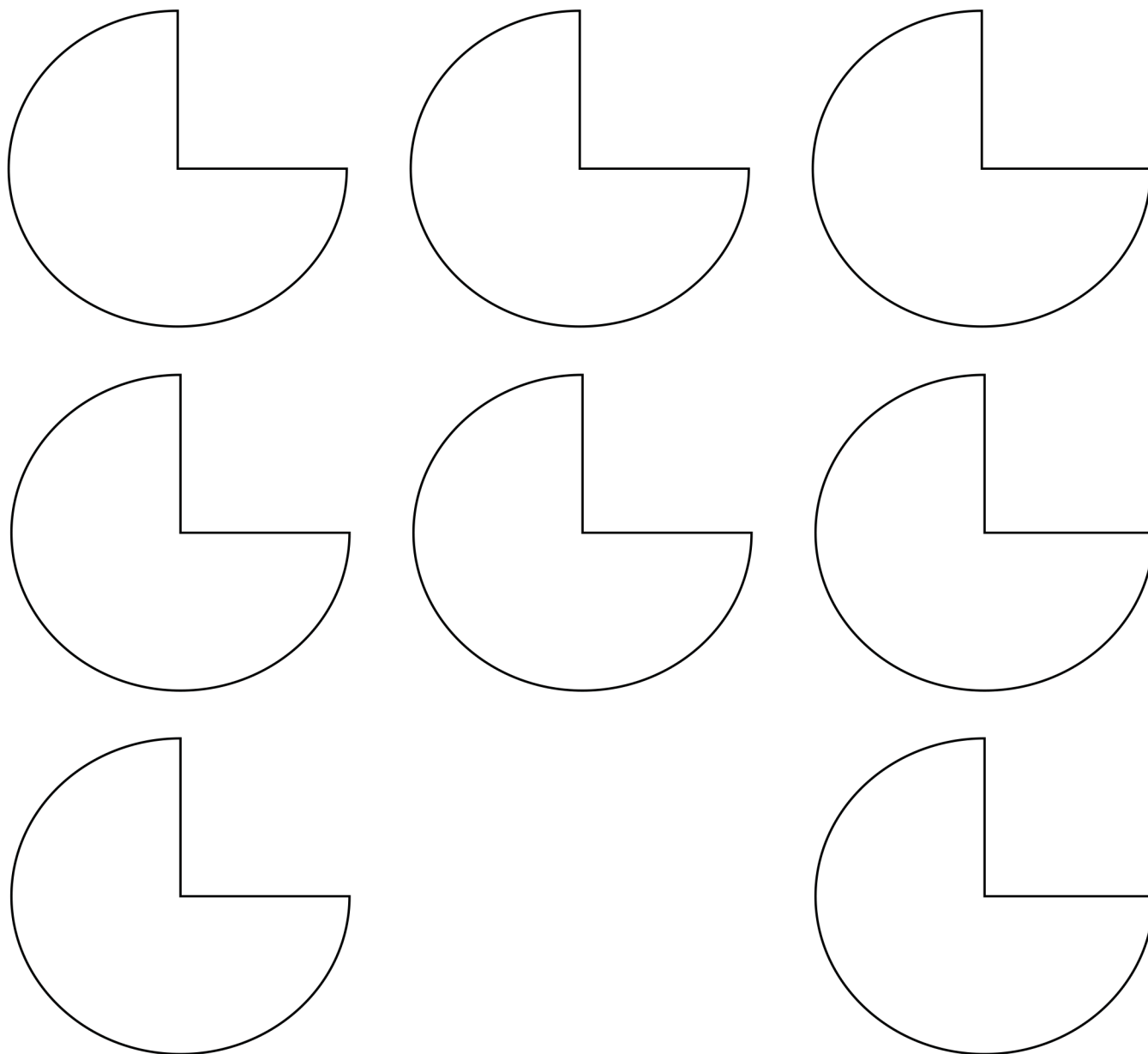
as equipes após a dinâmica, para que elas confirmem através da gravação dos vídeos, seus erros e acertos, e descobrindo a correta proposta do ambiente; 3. anexo extra ao kit, optando por entregar o gabarito de respostas concomitantemente à aplicação da dinâmica, permitindo que os colegas da equipe que estão aguardando sua jogada, possam auxiliar o estudante que está sendo desafiado.

Bom trabalho!

ANEXO 1

Molde para proteína reguladora.

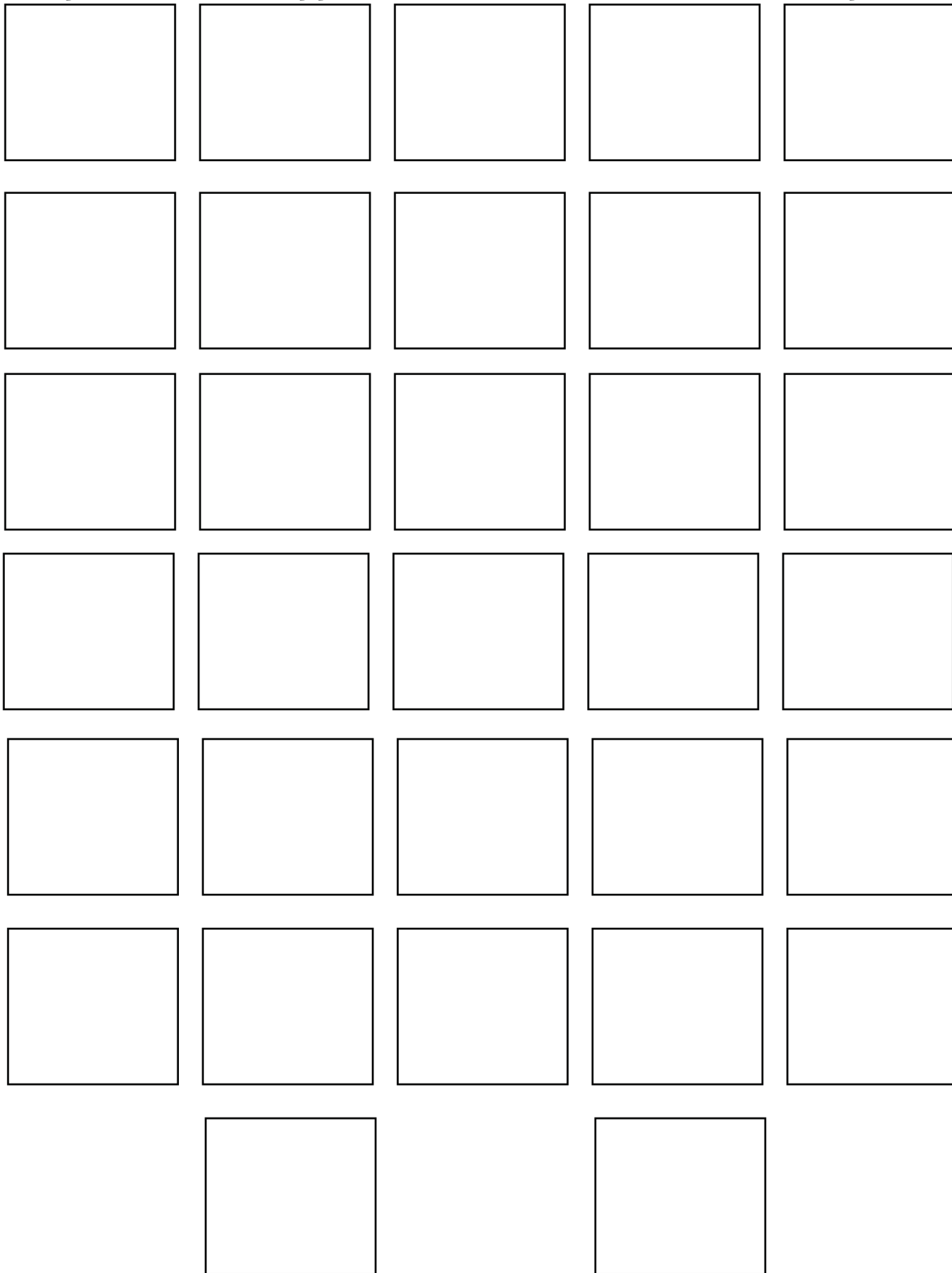
Duas impressões, uma em cada cor de papel A4, onde: Cor 1 à proteína reguladora ativadora e Cor 2 à proteína reguladora repressora.



ANEXO 2

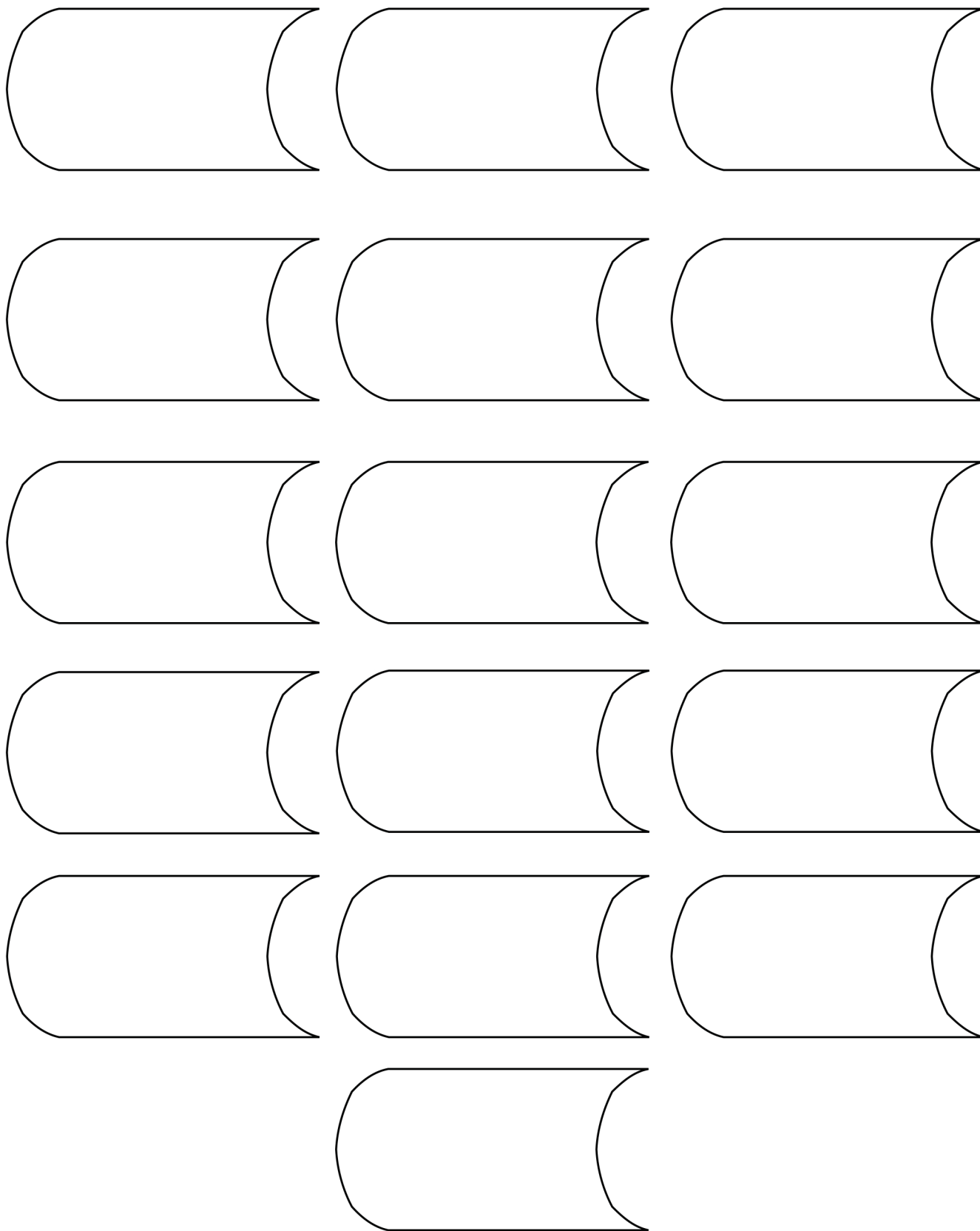
Molde para substrato.

Duas impressões, uma em cada cor de papel A4, onde: Cor 1 ao substrato ativador e Cor 2 ao substrato correpressor.



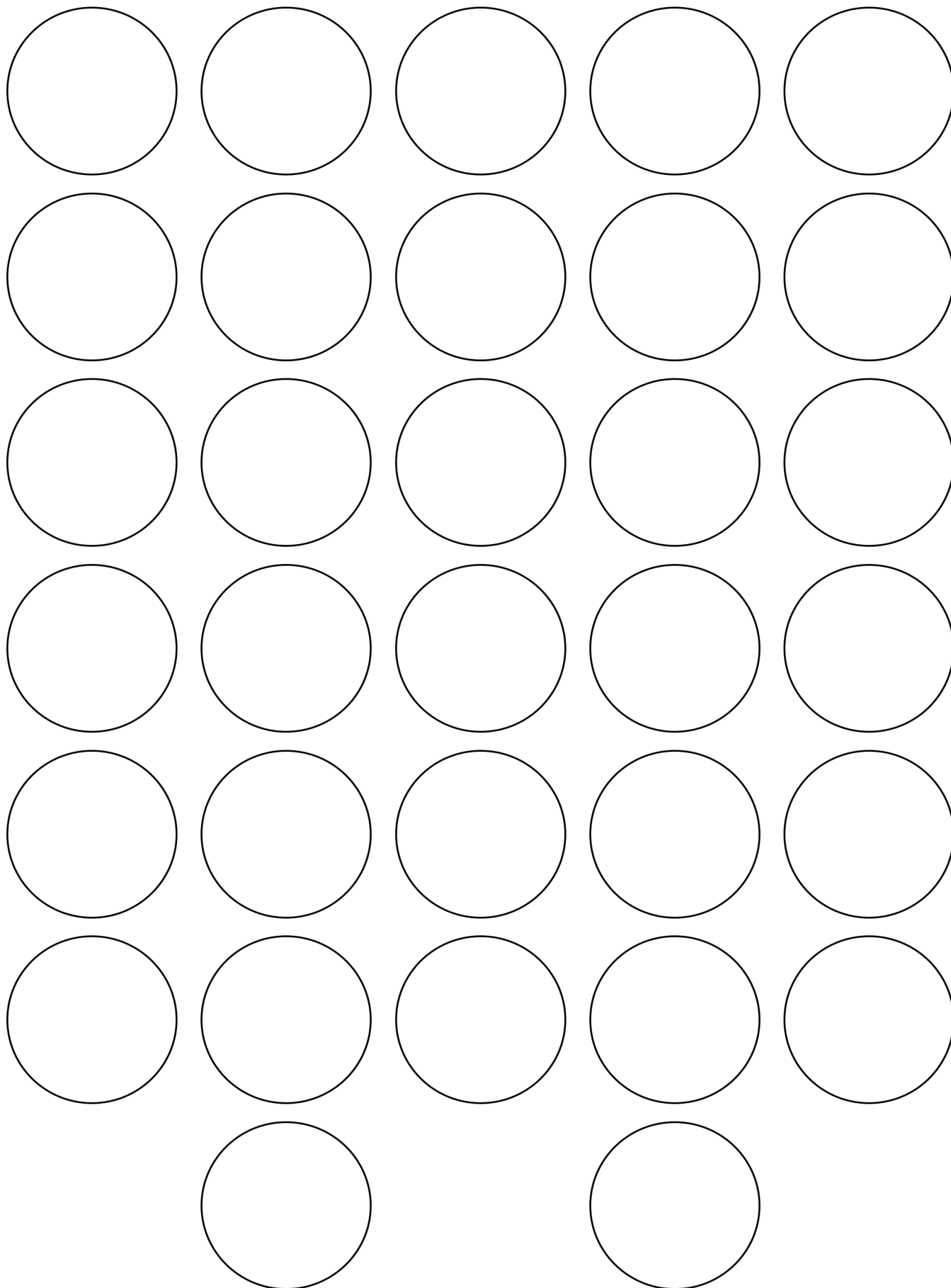
ANEXO 3

Molde para proteína catabólica ativadora (CAP).



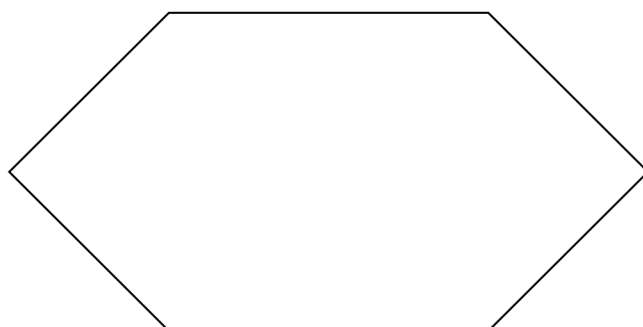
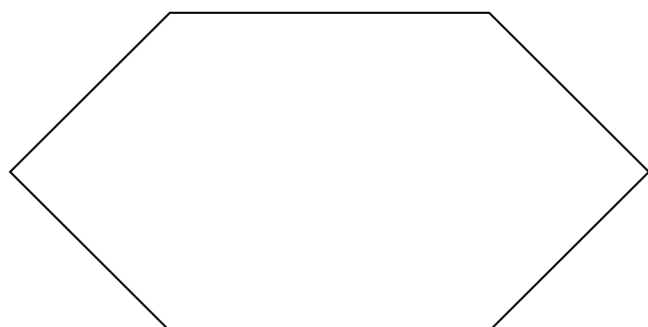
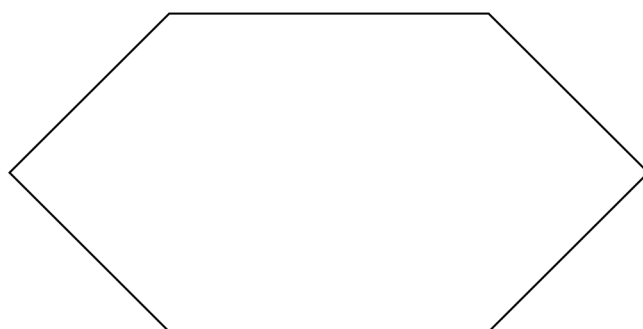
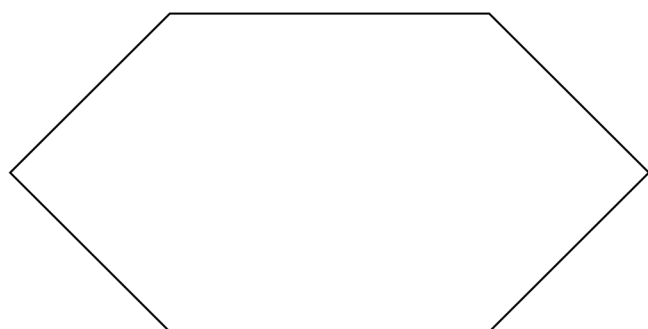
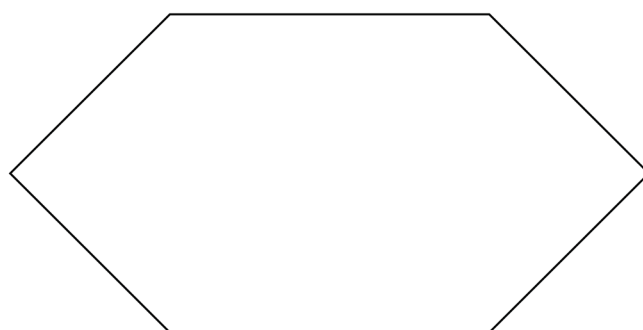
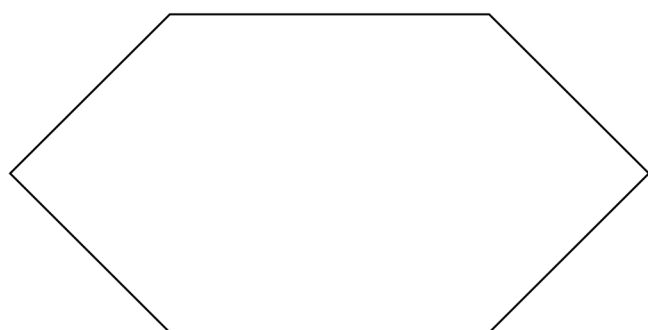
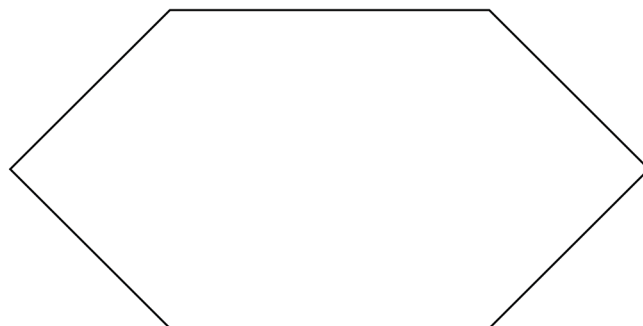
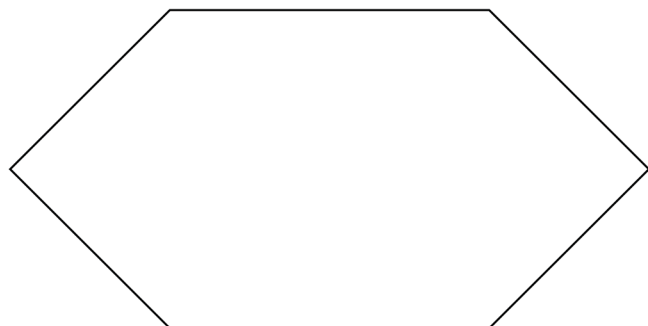
ANEXO 4

Molde para monofosfato de adenosina-3' 5'-cíclico ao AMP cíclico ou cAMP.



ANEXO 5

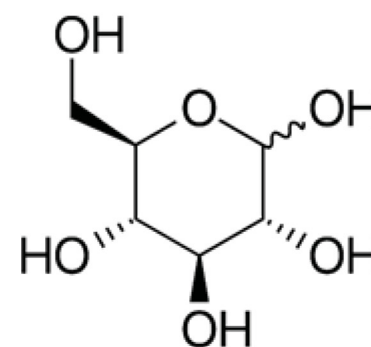
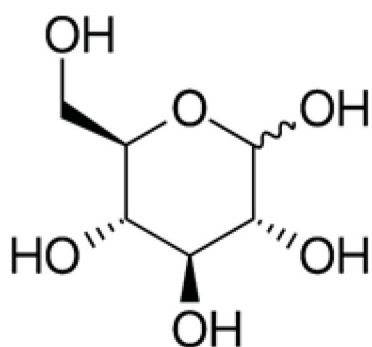
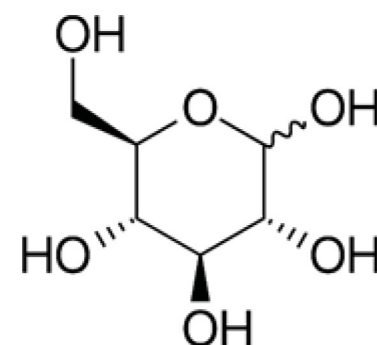
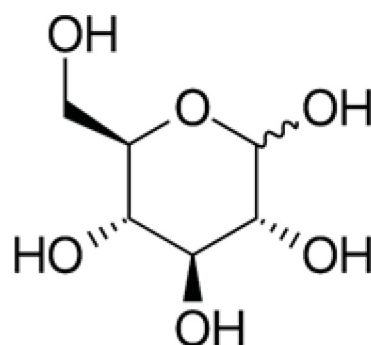
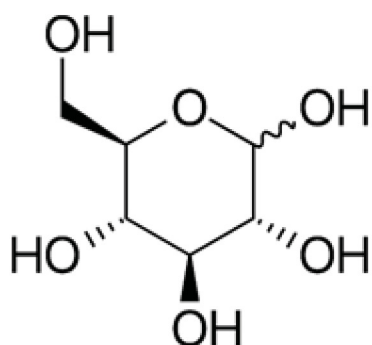
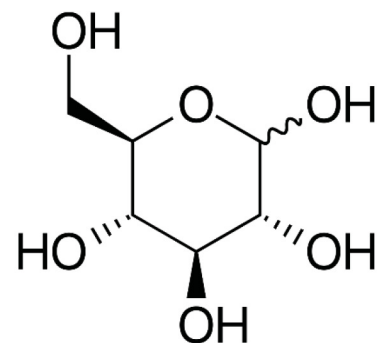
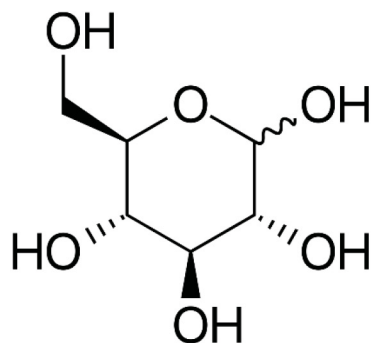
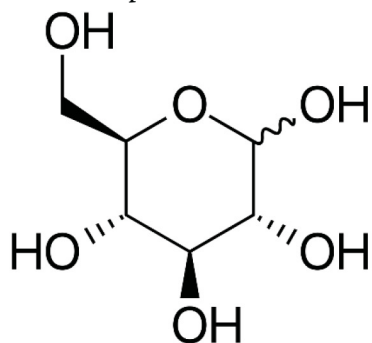
Molde para RNA polimerase.



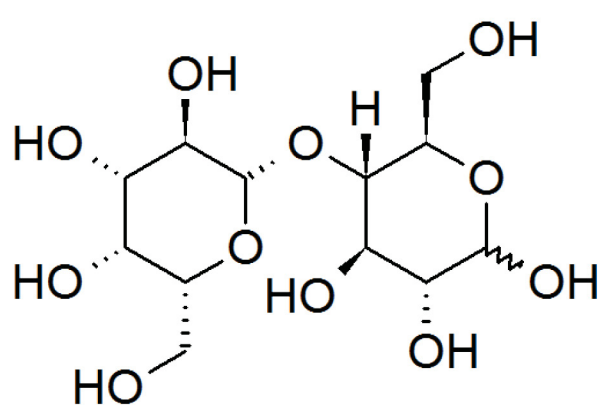
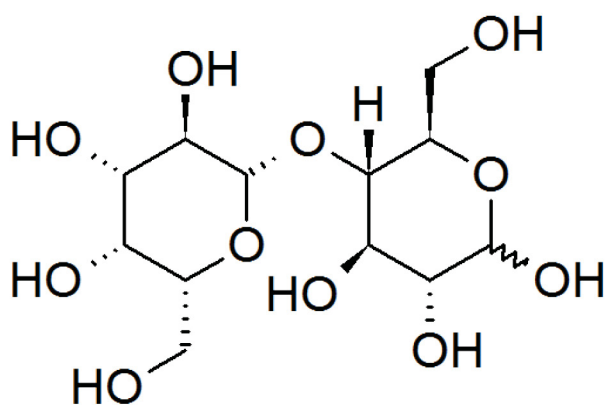
ANEXO 6

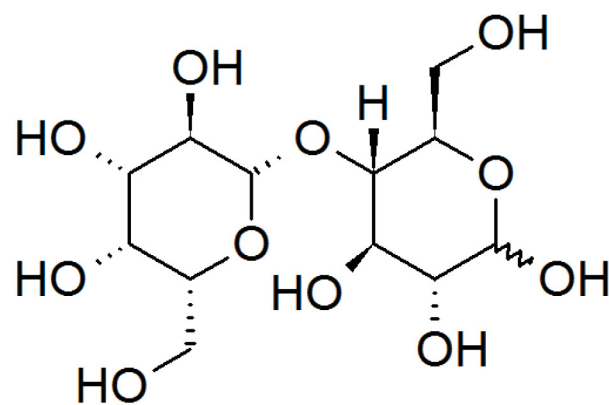
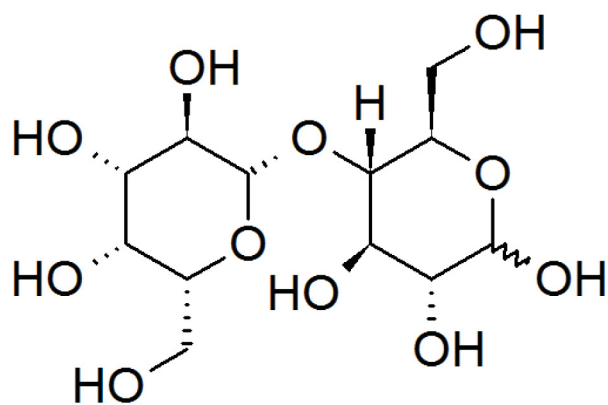
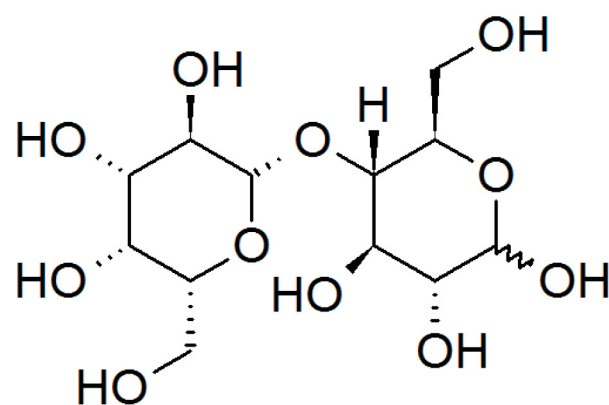
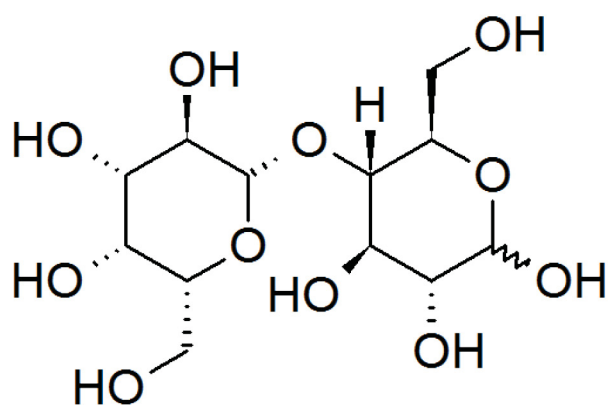
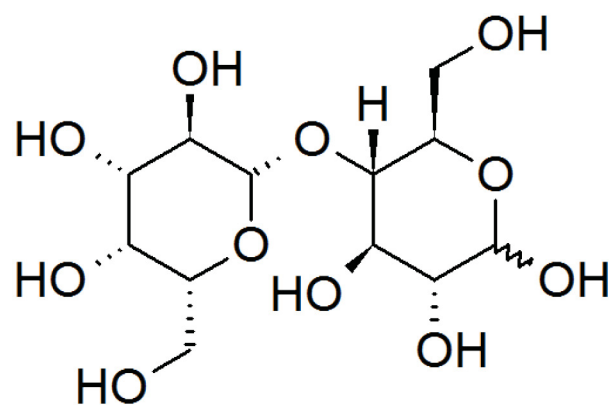
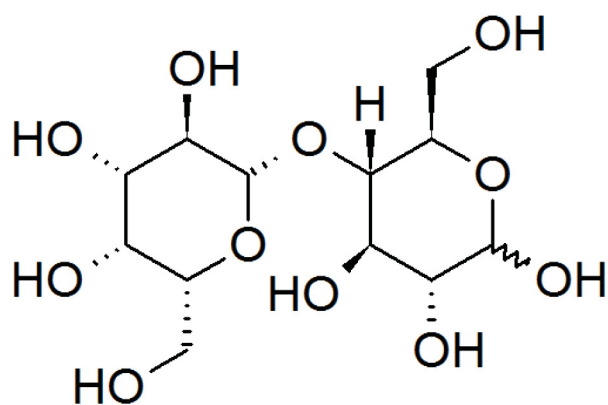
Molde para catabólitos.

6.1 Molde para Glicose

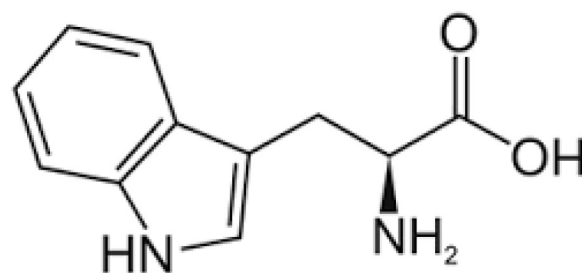
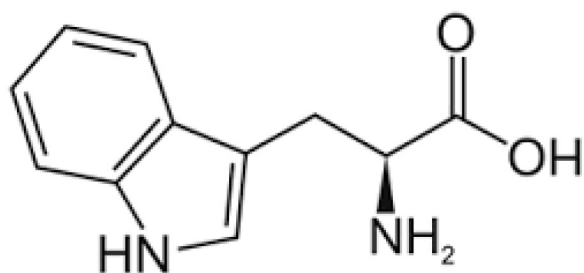


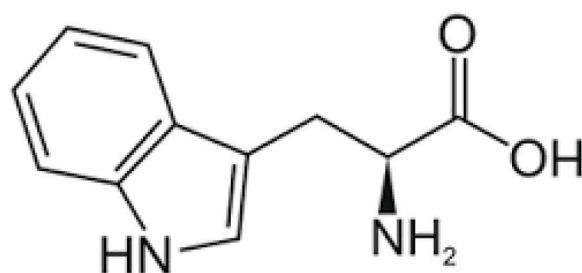
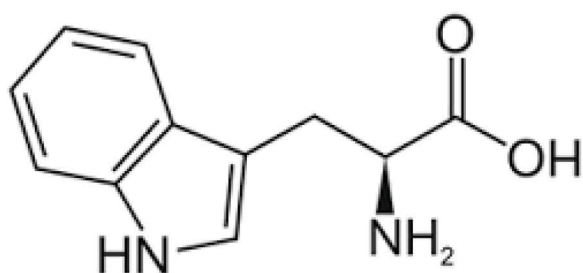
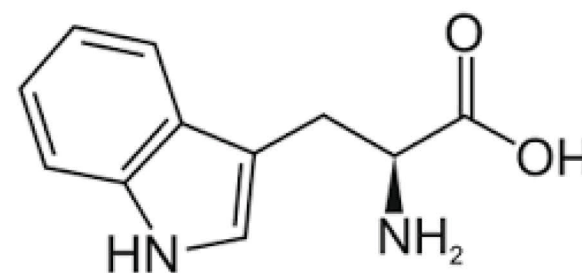
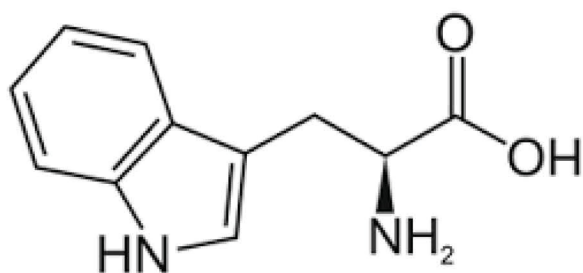
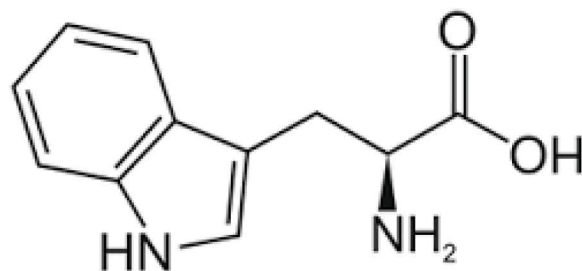
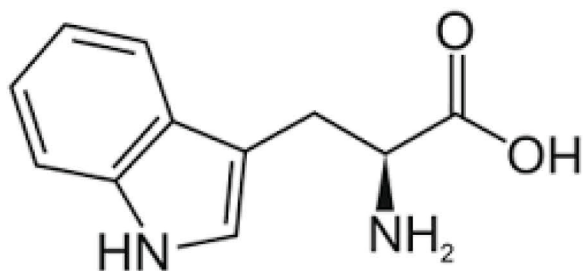
6.2 Modelo para Lactose





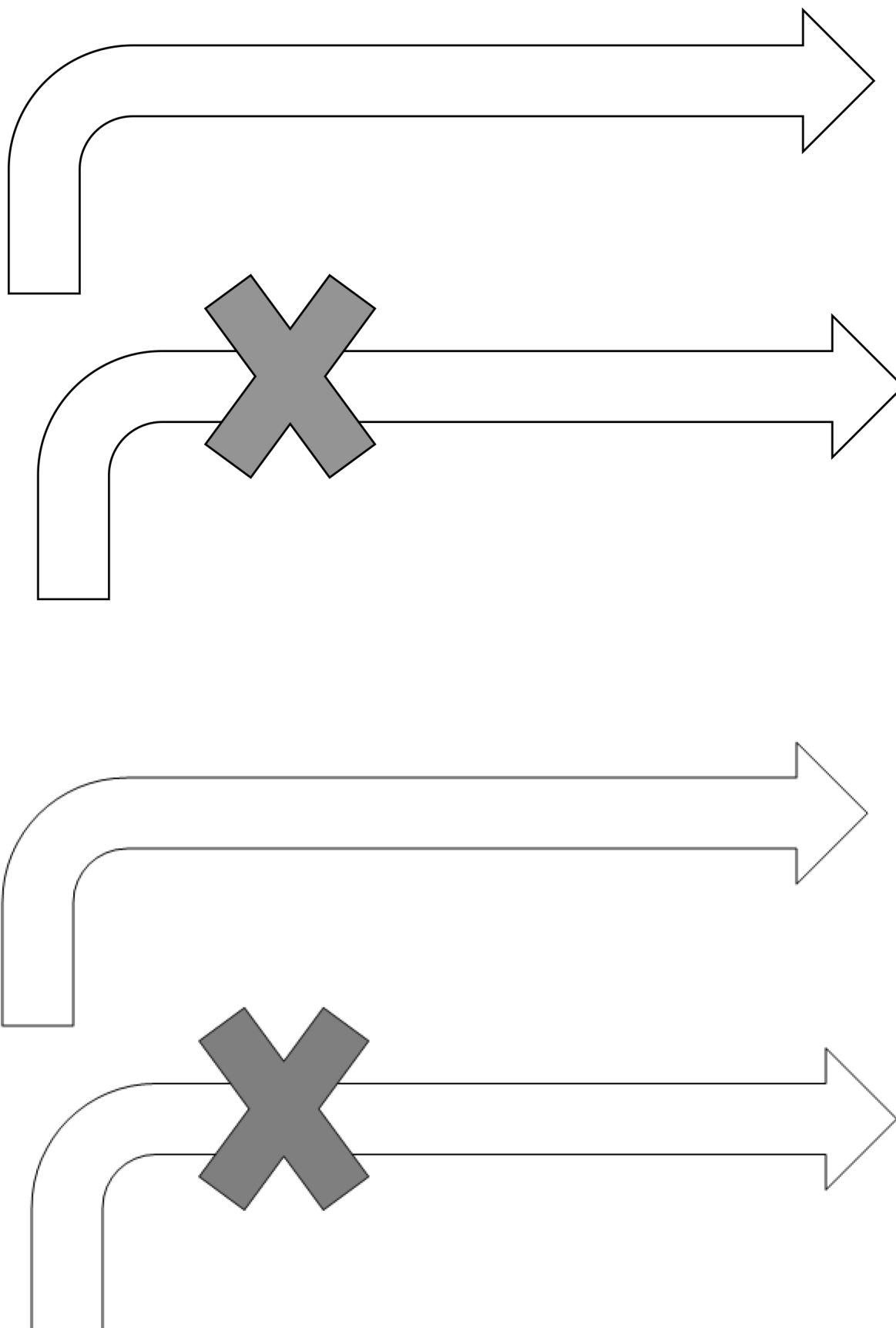
6.3 Modelo para Triptofano





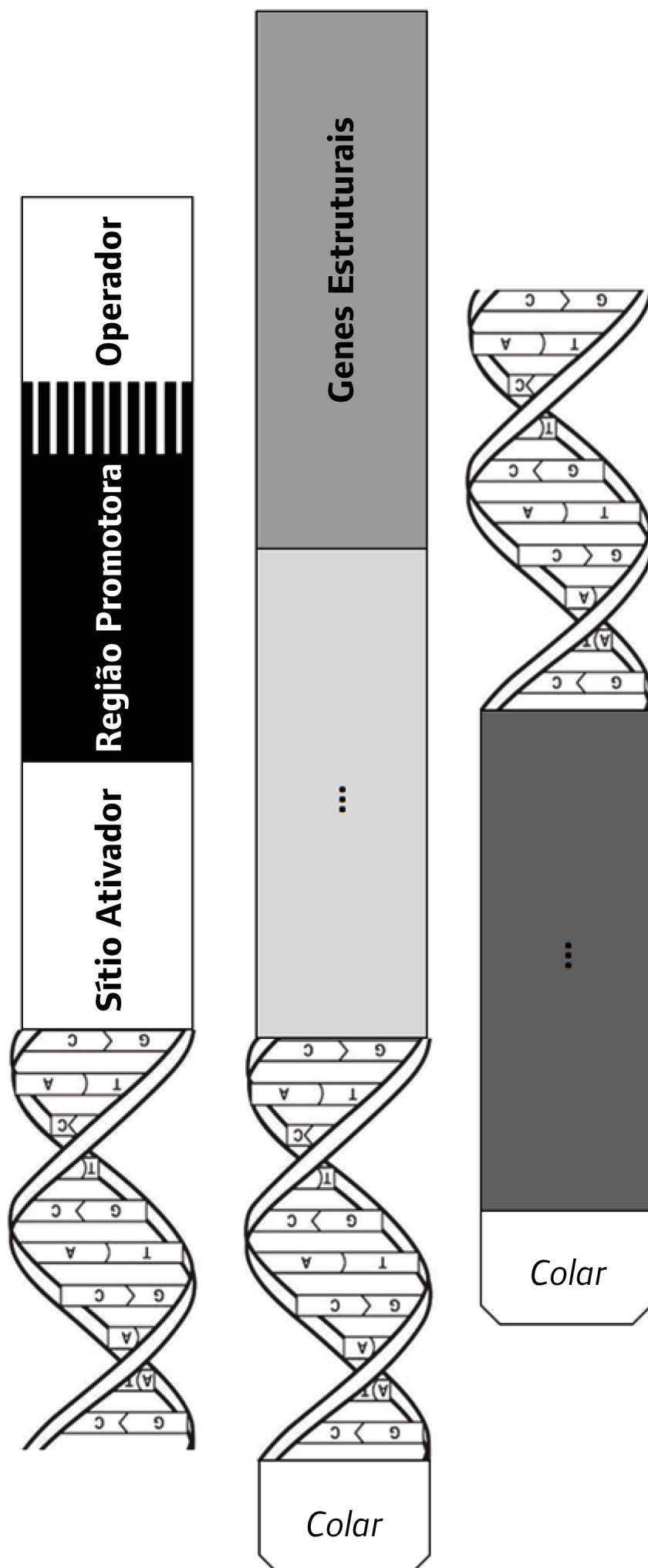
ANEXO 7

Modelo para as setas.



ANEXO 8

Molde para operon.



ANEXO 9

Molde das legendas.

Aqui, monta-se a legenda conforme as cores de papel escolhido pelo professor. Com as sobras dos recortes, identificar as cores com seus respectivos componentes do material.

LEGENDA		LEGENDA	
	Proteína Reguladora Ativadora		Proteína Reguladora Ativadora
	Proteína Reguladora Repressora		Proteína Reguladora Repressora
	Substrato indutor		Substrato indutor
	Substrato correpressor		Substrato correpressor
	CAP – proteína reguladora		CAP – proteína reguladora
	cAMP – molécula sinalizadora		cAMP – molécula sinalizadora
	RNA polimerase		RNA polimerase

LEGENDA		LEGENDA	
	Proteína Reguladora Ativadora		Proteína Reguladora Ativadora
	Proteína Reguladora Repressora		Proteína Reguladora Repressora
	Substrato indutor		Substrato indutor
	Substrato correpressor		Substrato correpressor
	CAP – proteína reguladora		CAP – proteína reguladora
	cAMP – molécula sinalizadora		cAMP – molécula sinalizadora
	RNA polimerase		RNA polimerase

LEGENDA		LEGENDA	
	Proteína Reguladora Ativadora		Proteína Reguladora Ativadora
	Proteína Reguladora Repressora		Proteína Reguladora Repressora
	Substrato indutor		Substrato indutor
	Substrato correpressor		Substrato correpressor
	CAP – proteína reguladora		CAP – proteína reguladora
	cAMP – molécula sinalizadora		cAMP – molécula sinalizadora
	RNA polimerase		RNA polimerase

LEGENDA		LEGENDA	
	Proteína Reguladora Ativadora		Proteína Reguladora Ativadora
	Proteína Reguladora Repressora		Proteína Reguladora Repressora
	Substrato indutor		Substrato indutor
	Substrato correpressor		Substrato correpressor
	CAP – proteína reguladora		CAP – proteína reguladora
	cAMP – molécula sinalizadora		cAMP – molécula sinalizadora
	RNA polimerase		RNA polimerase

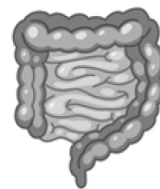
ANEXO 10

10.1 Cartilha introdutória

Cartilha Introdutória: Entrando no universo do lúdico...



A *Escherichia coli* é uma bactéria que vive em plena harmonia com os humanos e essa convivência pacífica é conhecida como simbiose (ambos os organismos saem beneficiados). Em nosso corpo, o habitat natural destas bactérias é o intestino grosso e para sua sobrevivência são nossos hábitos alimentares que determinam os nutrientes que estarão disponíveis no meio. A adaptação de *E. coli* às mudanças ambientais deve-se à alta capacidade de alterarem rapidamente sua bioquímica. Apesar de possuírem informações genéticas para sintetizar diversas proteínas, apenas os genes responsáveis pela síntese das proteínas necessárias para aquele momento serão expressos. Sairia energeticamente muito caro manter todo o genoma ativo. Os genes bacterianos são organizados em operons, transcritos em um único RNA mensageiro e regulados por um único promotor. As sequências reguladoras atuam como sítios de ligação de proteínas reguladoras, podendo promover ou inibir a transcrição, conforme o substrato presente no meio. Jogue o dado e busque pela carta ambiente com o número sorteado no dado. Você está sendo desafiado a representar as duas condições do meio propostas na sua carta ambiente. Divirta-se, aprenda e boa sorte.



10.2 Ambientes

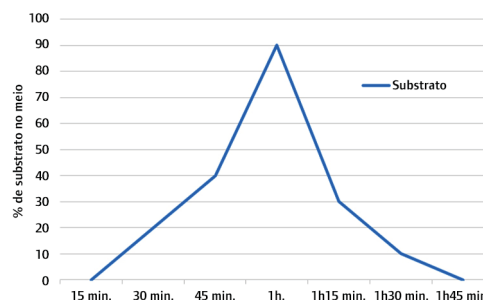
AMBIENTE 1

Na rotina nutricional de uma pessoa, às 6:00 h (a.m.) a glicose está sendo usada como principal fonte energética e não há no meio nenhum outro carboidrato. Após uma série intensa de atividade física e alto gasto energético, a primeira refeição do dia, feita às 9:30 h (a.m.), contou com o consumo de produtos ricos em lactose.

Pensando na obtenção de energia das bactérias *E.coli* presentes no intestino desta pessoa, demonstre a expressão dos genes do operon Lac às 7 h da manhã e às 11 h da manhã.

AMBIENTE 2

Um operon qualquer de *E.coli*, que possui controle de regulação do tipo positivo induzível, tem a presença do substrato no meio representado no gráfico. Como se encontra a expressão dos genes no tempo de 15 min e 1 h?



AMBIENTE 3

Pesquisadores, buscando compreender melhor o funcionamento das vias metabólicas que influenciam na respiração da bactéria *E.coli* em condições aeróbias, descobriram a atuação de enzimas de dois operons, ambos de regulação repressível, porém o operon I possui controle negativo e o operon II controle positivo.

Represente o controle genético dos operons I e II em condições normais e com a presença do substrato, focando nas diferenças e semelhanças entre eles.

AMBIENTE 4

A síntese de proteínas requer uma grande quantidade de aminoácidos e a *E. coli* consegue sintetizar todos os vinte aminoácidos de maneira natural. Para a espécie humana o triptofano é um aminoácido essencial e deve ser adquirido pela alimentação. Uma amostra de intestino retirado de dois pacientes mostrou que o paciente "A" apresentava uma alimentação rica em alimentos que continham triptofano, enquanto no paciente "B" não foram encontrados sinais deste aminoácido. Como encontra-se e expressão do operon Trp das bactérias intestinais que residem nos paciente "A" e "B", considerando a eficiência energética do microrganismo?

AMBIENTE 5

Um operon que possui controle de regulação do tipo positivo repressível é capaz de mudar a expressão conforme a disponibilidade e quantidade de um substrato específico presente no meio. Este substrato quando em abundância é capaz de interagir com a proteína reguladora alterando todo comportamento gênico e a síntese enzimática da via metabólica. Demonstre a condição inicial e final desde operon, tendo como intermédio a presença do substrato específico em abundância no meio.

AMBIENTE 6

Ao ingerir glicose para um exame de curva glicêmica, e se alimentar com produtos ricos em lactose 1 h e 6 h após a análise laboratorial, a atividade das enzimas que participam do metabolismo de lactose variaram e estão representadas nos gráficos. Demonstre a situação da regulação do operon Lac nos dois momentos de acréscimo da lactose.

