

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**SALA DE AULA INVERTIDA PARA A CONSTRUÇÃO E ARTICULAÇÃO DE CONCEITOS
BIOQUÍMICOS**

ISABELA LEMOS GOMES

RECIFE

2021

ISABELA LEMOS GOMES

**SALA DE AULA INVERTIDA PARA A CONSTRUÇÃO E ARTICULAÇÃO DE CONCEITOS
BIOQUÍMICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janaína de Albuquerque Couto.

Coorientadora: Prof^a. Priscila Aparecida dos Santos Cordeiro.

RECIFE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G633s Gomes, Isabela Lemos
Sala de Aula Invertida para a Construção e Articulação de Conceitos Bioquímicos / Isabela Lemos
Gomes. - 2021.
83 f. : il.

Orientadora: Janaina de Albuquerque Couto.
Coorientadora: Priscila Aparecida dos Santos Cordeiro.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. Sala de Aula Invertida. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Expressão Gênica. I. Couto, Janaina de
Albuquerque, orient. II. Cordeiro, Priscila Aparecida dos Santos, coorient. III. Título

CDD 574

ISABELA LEMOS GOMES

**SALA DE AULA INVERTIDA PARA A CONSTRUÇÃO E ARTICULAÇÃO DE
CONCEITOS BIOQUÍMICOS**

Comissão Avaliadora:

Prof^a. Dr^a. Janaína de Albuquerque Couto – UFRPE
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Risonilta Germano Bezerra de Sá – UFRPE
Titular

Prof^o. Woldney Damiano Silva André – UFRPE
Titular

Prof^a. Dr^a. Fábiana Regina Nascimento Fernando Burgos – UFRPE
Suplente

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos expressando o quanto sou grata a Deus por tudo que Ele tem feito para comigo e agradeço a todas as mulheres que vieram antes de mim. Sou grata por terem aberto o caminho não só para mim, mas para todas as mulheres que optam por seguir na vida acadêmica. Sou grata também aos meus familiares pelo amor e incentivo de sempre, em especial Avani Lemos, Ana Trindade, João Victor Lemos, Maria Luísa Bezerra, Abinoan Lemos, Juarez Trindade, entre tantos outros.

Agradeço a minha orientadora Janaína Couto e a minha coorientadora Priscila Aparecida por todos os ensinamentos e estendo minha gratidão a todos os companheiros e companheiras do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências, o LAPEC, que sempre compartilharam seus conhecimentos com todos, promovendo momentos de reflexão e grande aprendizagem.

Agradeço a todos os professores dos quais fui aluna durante toda a minha vida. Em especial, agradeço a Douglas Marques, meu professor de Biologia no pré-vestibular e hoje um grande amigo que tenho. Muito obrigada por confiar em mim quando eu mesma duvidava da minha capacidade, obrigada por cada palavra de encorajamento, por sempre tirar as minhas dúvidas (que não foram poucas) e por sempre permanecer ao meu lado.

Agradeço também aos professores Woldney Damião, Risonilta Germano e Fábila Burgos por utilizarem do seu tempo para compor a minha banca examinadora e contribuir com seus conhecimentos e comentários a respeito do meu trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos por sempre acompanharem de perto todas as conquistas e por sempre estarem ao meu lado durante os momentos de dificuldades pelos quais passei durante a graduação. Agradeço em especial a Alexandre Gomes, Bruno Nascimento, Ivanildo Inácio, Jonattas Rodrigo, Natália Portela, Nayara Melo, Patrícia Barbosa, Paulo Bastos, Thayná Marques, Thiago Spolidoro e Yasmin Santos por terem me mostrado, na prática, que juntos nós somos mais fortes e que família ultrapassa os laços de consanguinidade. Eu amo muito cada um de vocês!

Agradeço ao meu grande amigo e namorado Tiago Matias por ouvir meus muitos desabafos, choros e por me ajudar com minhas crises de ansiedade. Por ser meu ombro amigo, um dos meus maiores incentivadores e por sempre acreditar no meu potencial. Agradeço por todo amor, cuidado e carinho. Eu o amo!

Agradeço às políticas públicas de isonomia que auxiliam alunos de escolas públicas, de baixa renda, negros e pardos a conseguirem ter a oportunidade de entrar numa Instituição Federal de ensino. Sou grata a todos que fazem a UFRPE, servidores, terceirizados, professores, monitores, pesquisadores, entre outros.

Agradeço também a mim mesma por não ter desistido mesmo quando tudo parecia impossível. Não foi fácil chegar até aqui, mas as muitas dificuldades me ensinaram a arte da resiliência. Hoje, mais uma garotinha que nasceu numa comunidade, que nunca foi rica, mas foi muito bem criada, realiza um dos seus maiores sonhos, concluir um curso superior. Que venha o mestrado, doutorado e pós-doutorado. Que eu, enquanto profissional da área da Educação, possa contribuir para a formação de alunos e alunas e buscar cada vez mais conhecimentos.

Dedico este trabalho a dois dos meus grandes amores: minha avó Maria, carinhosamente chamada de “Vó Lia” e ao meu pai Josinaldo, *Vocês me criaram e me ensinaram que a vida, embora seja difícil, deve ser vivida de forma plena e que nossos sonhos são importantes demais para serem deixados de lado. Obrigada pelo amor, carinho e atenção de sempre. Por todos os ensinamentos que, com toda certeza, levarei comigo e transmitirei a quem passar e permanecer na minha vida. Amo vocês e sou muito grata por vocês confiarem em mim e nunca me deixarem desistir.*

SUMÁRIO

	Pág.
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
1.1 Paradigmas de Prática Docente e o Ensino de Bioquímica	10
1.1.1 Paradigmas de Prática Docente	10
1.1.2 Ensino de Bioquímica	14
1.2 Metodologias Ativas	15
1.3 Ensino Híbrido – <i>Blended Learning</i>	26
1.4 Sala de Aula Invertida – Flipped Classroom	32
1.5 Expressão Gênica e Anemia Falciforme	38
REFERÊNCIAS	41
2. ARTIGO: Sala de Aula Invertida para a construção e articulação de conceitos bioquímicos	46
2.1 Introdução	47
2.2 Metodologia	48
2.2.1 Universo da Pesquisa	49
2.2.2 Planejamento da Ação Pedagógica	51
2.2.3 Planejamento da Rotação por Estações	51
2.3 Resultados e Discussão	54
2.3.1 Aplicação da Ação Pedagógica por meio da Sala de Aula Invertida	54
2.3.2 Avaliação das concepções prévias dos estudantes	55
2.3.3 Avaliação da Ação Pedagógica	55
2.4 Considerações finais	63
2.5 Referências	64
3 APÊNDICE A – Apostila	66

RESUMO

A Bioquímica tem despontado nos últimos anos como objeto de discussões no meio acadêmico por conta das dificuldades presentes no processo de ensino e aprendizagem. Essas dificuldades são mais acentuadas quando o professor pauta sua prática pedagógica no ensino tradicional. Diante desse contexto, surge a necessidade de os professores buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que foquem na interação entre os sujeitos, no protagonismo, na postura crítica e na autonomia dos estudantes. A Sala de Aula Invertida é caracterizada como uma abordagem pela qual o discente deve estudar previamente o conteúdo, servindo a sala de aula presencial como ampliação e aplicação prática dos conceitos estudados. Diante do exposto, a presente proposta metodológica teve como objetivo desenvolver uma ação pedagógica inovadora para a construção de conceitos bioquímicos através da Sala de Aula Invertida. A pesquisa foi realizada numa turma do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública, onde foi feito o acompanhamento por meio de presença nas aulas, registro das atividades através de anotações em caderno de campo e coleta do material produzido na intervenção. Mediante a apresentação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por parte da docente, foi realizado o acompanhamento das intervenções. Assim sendo, foi planejada uma sequência de ações pedagógicas para trabalhar o conteúdo Expressão Gênica, o qual é abordado na disciplina de Bioquímica. A ação foi precedida pelo levantamento das concepções prévias dos estudantes, seguindo-se as demais etapas por meio da Sala de Aula Invertida, utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem institucional, sendo o processo avaliado por meio de produções coletivas e individuais. Os resultados foram analisados, a fim de avaliar o processo de construção de conceitos acerca do conteúdo específico.

Palavras-chave: Sala de Aula Invertida, Ensino-Aprendizagem, Expressão Gênica.

ABSTRACT

Biochemistry has emerged in recent years as an object of discussions in the academic environment due to the difficulties present in the teaching and learning process. These difficulties are more accentuated when the teacher bases his pedagogical practice on traditional teaching. In this context, there is a need for teachers to seek new paths and new teaching methodologies that focus on the interaction between the subjects, the protagonism, the critical posture and the autonomy of the students. The Flipped Classroom is characterized as an approach by which the student must previously study the content, serving the classroom as an extension and practical application of the studied concepts. In view of the above, the present methodological proposal aimed to develop an innovative pedagogical action for the construction of biochemical concepts through the Flipped Classroom. The research was carried out in a group of the Bachelor of Biological Sciences course at a Public University, where the monitoring was done through presence in classes, registration of activities through notes in field notebook and collection of material produced in the intervention. Upon presentation and signature of the Free and Informed Consent Term (ICF) by the teacher, the interventions were monitored. Therefore, a sequence of pedagogical actions was planned to work on the Gene Expression content, which is addressed in the discipline of Biochemistry. The action was preceded by the survey of students' previous conceptions, following the other steps through the Flipped Classroom, using the institutional Virtual Learning Environment, and the process was evaluated through collective and individual productions. The results were analyzed in order to assess the process of building concepts about the specific content.

Key words: Flipped Classroom, Teaching Learning, Gene Expression.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Paradigmas de Prática Docente e o Ensino de Bioquímica

1.1.1 Paradigmas de Prática Docente

A palavra *paradigma* tem sua origem do grego *parádeima* que significa modelo ou padrão (VASCONCELLOS, 2002). O termo paradigma aparece com distinção na década de setenta, por meio da obra de Thomas Kuhn, intitulada *As estruturas das revoluções científicas*, na qual propõe: “Considero ‘paradigmas’ as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma Ciência” (KUHN, 2001). Em outro momento, refere-se ao conjunto de crenças e valores subjacentes à prática científica.

Desde que Galileu Galilei descreveu a matemática da natureza, e assim demonstrou a importância das propriedades quantificáveis da matéria (forma, tamanho, número, posição e quantidade do movimento), a sociedade vem sendo influenciada pelo pensamento newtoniano-cartesiano (BEHRENS, 2011). Ainda de acordo com a mesma autora, esse paradigma não caracteriza um erro histórico, e foi necessário no processo evolutivo do pensamento humano. Porém, esse pensamento de característica reducionista fragmentou a realidade, separando emoção e razão, e deixou como rastro uma sociedade de produção de massa. Sob influência desses estudos, René Descartes (1596-1650) escreveu o "Discurso sobre o método", em que propõe quatro preceitos: nunca aceitar algo como verdadeiro sem evidências concretas; repartir cada conceito analisado em tantas partes quantas fosse possível a fim de simplificá-las para resolvê-las; conduzir os pensamentos em ordem, sempre partindo do mais simples para o mais complexo; efetuar em toda parte relações metódicas completas e revisões gerais, que provocassem a certeza de não omitir nada (BEHRENS, 2011).

Ainda com base em Behrens (2011), o conhecimento científico do século XIX e meados do século XX é fruto desse método compartimentalizado, que se desenvolve sintetizado em manuais que oferecem descrições objetivas e inquestionáveis da natureza e definem formas de interpretação do mundo,

sustentados no modelo explicativo mecânico-causal. Esse Paradigma Conservador influencia toda a sociedade, mas determina principalmente três abordagens pedagógicas: tradicional, escolanovista e tecnicista, trazendo consequências especialmente para a educação. Para a abordagem tradicional a escola é o lugar oficial no qual se realiza a educação e o que é levado em consideração são apenas os conteúdos, não havendo lugar para reflexões. Nesse contexto, o professor é quem detém esses conteúdos e os transmite aos alunos, numa metodologia expositiva, que atende a perspectiva de produção de massa, alicerçada a uma prática pedagógica assemelhada à produção de uma fábrica, onde os alunos tinham o papel de serem responsivos, obedientes ao comando do professor na posição de meros receptores, passivos e copiadores por excelência, que tinham que decorar para reproduzir tais conteúdos, os quais deveriam ser inquestionáveis na avaliação.

Na década de 30 do século XX, em contraposição à pedagogia tradicional, surge a proposta da abordagem escolanovista (ou humanística), apresentando significativas mudanças para o ensino. A ideia era ter a escola como um espaço que instigasse a busca por aprendizados relevantes para os alunos, que passavam a ser a figura principal do processo, respeitados em suas diferenças. Nesta abordagem cabe ao professor o papel de "facilitador" da aprendizagem, com autonomia para criar seu próprio repertório e relacionar-se individualmente com cada aluno. A metodologia levava em conta as particularidades psicológicas e de idade do aluno e, apesar de tratar o aluno individualmente, valorizava também o trabalho em grupo e a avaliação era pautada na autoavaliação e na busca por metas pessoais. A implementação da escola nova, por exigir uma estrutura diferenciada, tanto em espaço físico quanto em preparo dos docentes, acabou restrita a algumas poucas escolas experimentais ou escolas destinadas à elite (BEHRENS, 2011).

Ainda considerando o que diz Behrens (2011), entre as décadas de 60 e 70 do século XX, a abordagem tecnicista é introduzida no país, inspirada nas teorias behavioristas da aprendizagem e sob a forte influência da ditadura militar, com o objetivo de adequar a educação às exigências da sociedade industrial e tecnológica. Para Saviani (1985, p.16; BEHRENS, 2011. p.48) a pedagogia tecnicista buscou "planejar a educação de modo a dotá-la de uma organização racional capaz de minimizar as interferências subjetivas que

pudessem pôr em risco sua eficiência". Na abordagem tecnicista, a escola tem o papel de treinar os alunos e organizar o processo de aquisição de conhecimentos específicos e especialmente úteis para a sua integração no sistema, e este aluno, por sua vez, tem papel de simples espectador da realidade, devendo seguir à risca os manuais e instruções. Conseqüentemente o professor restringe-se ao papel de transmissor e reproduzidor de conhecimentos, através de uma metodologia de ensino repetitiva e mecânica, a fim de avaliar os resultados unicamente através da resposta certa que demonstra a qualidade do aprendizado (BEHRENS, 1999).

Assim o ensino seguiu se organizando em partes isoladas. Disciplinas, cursos e áreas específicas, e para Morin (2000), essas especializações nas disciplinas escolares conduziram grandes avanços na Ciência moderna, mas hoje essas ciências disciplinares não colaboram com eficiência para solucionar os grandes problemas globais, pois a especificidade acaba por retirar o problema de seu contexto, dificultando a percepção da realidade, que depende da totalidade para ser compreendida.

Para Kuhn (2001), quando padrões/ modelos de Ciência não conseguem mais explicar os fenômenos, surgem as anomalias que geram condições para as revoluções científicas e decorrentes do sinal de maturidade científica surgem as novas descobertas que podem gerar o surgimento de um novo paradigma.

O paradigma tradicional começa a ser questionado no início do século XX e acelera a ruptura com ênfase nas suas últimas décadas, de modo particular, quando a visão de considerar científico o que se enquadrasse dentro do modelo linear de causa-efeito proposto pela Física mostrou-se insuficiente para lidar com as contradições insuperáveis, a desordem e a incerteza por elas mesmas detectadas. Essa ruptura entre o mundo moderno e o contemporâneo caracteriza o final de uma história e o começo de outra (BEHRENS; OLIARI, 2007). Nesse movimento de mudança, o professor passa a ter um papel fundamental de articulador e mediador entre o conhecimento elaborado e o conhecimento a ser produzido. O novo paradigma da Ciência, gerado com base na teoria da relatividade e na teoria da Física quântica, implica um repensar sobre o papel da educação na vida dos homens (BEHRENS, 1999).

Nesse contexto, Moraes (1997) diz:

A Ciência está exigindo uma nova visão de mundo, diferente e não fragmentada. A atual abordagem que analisa o mundo em partes independentes já não funciona. Por outro lado, acreditamos na necessidade de construção e reconstrução do homem e do mundo, tendo como um dos eixos fundamentais, a educação, reconhecendo a importância de diálogos que precisam ser restabelecidos, com base em um enfoque mais holístico e em um modo menos fragmentado de ver o mundo e nos posicionarmos diante dele. Já não podemos prescindir de uma visão mais ampla, global para que a mente humana funcione de modo mais harmonioso no sentido de colaborar para a construção de uma sociedade mais ordenada, justa, humana, fraterna e estável (p.20).

A superação da visão cartesiana de mundo demanda repensar o sistema de valores que estão subjacentes a esse paradigma. O pensamento newtoniano-cartesiano possibilitou a fragmentação, as distinções, as separações, enfim, a ruptura do todo, dando ênfase às partes e, por consequência, levou a ver o mundo como partes desconectadas.

O paradigma inovador na Ciência, com uma visão quântica, demanda reconhecer que todos os seres são interdependentes, e que "nossas vidas estão entrelaçadas com o mundo atual, dependem de nossa atuação e nosso contexto, em nossa realidade, que será revelada mediante uma construção ativa em que o indivíduo participe" (MORAES, 1997, p. 22).

Buscando uma visão de totalidade, de conexão, de interdependência, Capra (1996) denomina a nova visão de mundo como uma "teia da vida". Para que se atenda a esse paradigma inovador, acredita-se na necessidade de repensar o papel da escola, pois a escola nesse paradigma é articuladora do saber. Não é só um espaço físico, mas, sim, um estado permanente do indivíduo, onde o trabalho colaborativo está sempre presente.

O paradigma inovador tem como pressuposto essencial uma prática pedagógica que possibilite a produção do conhecimento. O avanço depende do redimensionamento em relação à reprodução, à mera memorização e à cópia vigente na ação docente do professor universitário (BEHRENS, 1999).

O mundo mudou, e com ele mudaram as expectativas e as necessidades dos homens passaram a ter outras perspectivas. Não se pode apontar uma única abordagem pedagógica para contemplar o paradigma emergente. Por exemplo, Moraes (1997) propõe o encontro das abordagens construtivista, interacionista, sociocultural e transcendente para atender ao

paradigma emergente. Na liberdade que cada professor e pesquisador tem para dimensionar o novo paradigma, acredita-se que há a necessidade de atender às características de rede, de teia, de sistema, de produção do conhecimento, de trabalho coletivo e compartilhado, de interconexão, de interrelacionamento, de reaproximação das partes do todo. E ainda, de exigência de diálogo, de atitude crítica, criativa e transformadora (BEHRENS, 1999).

Ainda segundo Behrens (1999), nesse contexto, para propor um paradigma emergente na prática pedagógica, que atenda a esses pressupostos inovadores citados, não há uma única abordagem a ser contemplada. Mas a proposta, nesse momento histórico, aponta para a construção de uma aliança, de uma teia, de um grande encontro, dos pressupostos e referenciais de três abordagens que possam atender às exigências da sociedade do conhecimento: abordagem progressista, ensino com pesquisa e visão sistêmica. O ponto de encontro dessas abordagens é a superação da reprodução e a busca da produção do conhecimento. Na realidade, é uma produção do conhecimento que permite aos homens serem éticos, autônomos, reflexivos, críticos e transformadores; que, ao inovar os profissionais e, em especial, os professores, preocupem-se em oferecer uma melhor qualidade de vida para os homens, provocando, nesse processo, uma reflexão de que se vive num mundo global, portanto, são responsáveis pela construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Diante deste cenário, na busca de promover um ensino contextualizado e que supere a reprodução do conhecimento, envolvendo conceitos caracterizados na literatura como difíceis de serem transpostos, propomos o desenvolvimento de ações pedagógicas pautadas na Sala de Aula Invertida, que por sua vez, pode consistir numa estratégia para a construção de conceitos bioquímicos, especificamente sobre Expressão Gênica. Dessa forma, discutiremos no tópico a seguir sobre o ensino de Bioquímica.

1.1.2 Ensino de Bioquímica

A Bioquímica é uma área da Biologia voltada ao estudo da estruturação e organização molecular, bem como das reações químicas e biológicas que acontecem no organismo vivo. Os estudantes de Bioquímica costumam definir

esta disciplina como uma coleção de estruturas químicas e reações de difícil assimilação e desintegrada de sua prática profissional (VARGAS, 2001).

Segundo Manguiera (2015), a Bioquímica tem despontado nos últimos anos como objeto de discussões no meio acadêmico por conta das dificuldades presentes no processo de ensino e aprendizagem e também pelo grande índice de reprovação dos alunos nos cursos das áreas de saúde.

Com base em Behrens (1999) e Carneiro-Leão (2009), essas dificuldades são mais acentuadas quando o professor pauta sua prática pedagógica no ensino tradicional, onde os assuntos são abordados de forma fragmentada com tendência a simplificação, imediatismo, mera memorização, reprodução e busca da causalidade simples.

Tendo em vista que o ensino tradicional sozinho não é mais suficiente para atender as necessidades dos estudantes é fundamental que as instituições e os professores reflitam acerca de sua prática docente e busquem por alternativas metodológicas que os possibilitem serem mediadores e permitam que os alunos tornem-se protagonistas na construção do próprio aprendizado assumindo um papel ativo nesse processo. Dessa forma, discutiremos no item a seguir a respeito das Metodologias Ativas, que, de acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), possuem como princípios o protagonismo do aluno, a ação-reflexão e a cooperação.

1.2 Metodologias ativas

As Metodologias Ativas são formas inovadoras de educar, que estimulam a aprendizagem e a participação do aluno em sala de aula, possibilitando com que ele utilize todas as suas dimensões sensório/motor, afetivo/emocional e mental/cognitiva. Além disso, o aluno tem a liberdade de escolha nas atividades propostas, mantendo postura ativa diante do seu aprendizado, sendo desafiado através de problemas que o permitem pesquisar para descobrir soluções, de uma forma que esteja de acordo com a realidade. Baseando-se nessas inovações no ensino, a aplicação de metodologias ativas no ensino de Ciências é de suma importância, pois o professor poderá inserir o aluno no contexto apresentado em aula, fazendo-o explorar sua criatividade, a sua capacidade de formar opiniões e de esclarecer suas dúvidas. Além disso,

permite buscar novos conhecimentos e aprender a trabalhar em grupo (NASCIMENTO, 2016).

Para Borges e Alencar (2014):

Podemos entender Metodologias Ativas como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante (p.120).

As Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (BERBEL, 2011).

Hoje em dia as Metodologias Ativas têm sido amplamente divulgadas em universidades estrangeiras e vêm construindo diferenciais em instituições brasileiras que inseriram estes referenciais em sua organização metodológica, sobretudo em cursos de ensino superior da área da saúde (ABREU, 2009).

Cabe destacar que sua essência não se constitui em algo novo, pois, ainda segundo Abreu (2009), o primeiro indício dos métodos ativos encontra-se na obra Emílio de Jean Jacques Rousseau (1712-1778), tido como o primeiro tratado sobre Filosofia e educação do mundo ocidental e na qual a experiência assume destaque em detrimento da teoria.

Segundo Diesel (2017), vale mencionar que na construção metodológica da Escola Nova, a atividade e o interesse do aprendiz foram valorizados, e não os do professor. Assim, Dewey, por meio do seu ideário da Escola Nova, teve grande influência nessa ideia ao defender que a aprendizagem ocorre pela ação, colocando o estudante no centro do processo de ensino e de aprendizagem.

Para Diesel (2017) são incontestáveis as mudanças sociais registradas nas últimas décadas e, como tal, a escola e o modelo educacional vivem um momento de adaptação frente a essas mudanças. Assim, as pessoas e, em especial, os estudantes, não ficam mais restritos a um mesmo lugar. São agora globais, vivem conectados e imersos em uma quantidade significativa de informações que se transformam continuamente, onde grande parte delas,

relaciona-se à forma de como eles estão no mundo. Esse movimento dinâmico traz à tona a discussão acerca do papel do estudante nos processos de ensino e de aprendizagem, com ênfase na sua posição mais central e menos secundária de mero espectador dos conteúdos que lhe são apresentados.

Nessa perspectiva de entendimento é que se situam as Metodologias Ativas como uma possibilidade de ativar o aprendizado dos estudantes, colocando-os no centro do processo, em contraponto à posição de espectador, conforme descrito anteriormente. Ao contrário do método tradicional, que primeiro apresenta a teoria e dela parte, o método ativo busca a prática e dela parte para a teoria (ABREU, 2009). Nesse percurso, há uma “migração do ‘ensinar’ para o ‘aprender’, o desvio do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado” (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014, p. 285).

A partir de uma maior interação do aluno no processo de construção do próprio conhecimento, que, conforme explicitado anteriormente, é a principal característica de uma abordagem por Metodologias Ativas de ensino, o aprendiz passa a ter mais controle e participação efetiva na sala de aula, já que exige dele ações e construções mentais variadas, tais como: leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, construção de sínteses e aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisões (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014).

Para Berbel (2011), as práticas pedagógicas norteadas pelo método ativo possibilitam ao estudante assumir uma postura ativa (BERBEL, 2011; SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014), exercitando uma atitude crítica e construtiva que fará dele um profissional melhor preparado.

Berbel (2011) complementa esse entendimento acrescentando que essa característica da autonomia é fundamental no futuro para o exercício da autonomia:

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro (p.29).

A perspectiva de Freire (2015) coincide com a abordagem envolvendo o método ativo. De acordo com o educador, um dos grandes problemas da educação paira no fato de os alunos praticamente não serem estimulados a pensarem autonomamente. Para amenizar esse contexto, o professor deve:

[...] assegurar um ambiente dentro do qual os alunos possam reconhecer e refletir sobre suas próprias ideias; aceitar que outras pessoas expressem pontos de vista diferentes dos seus, mas igualmente válidos e possam avaliar a utilidade dessas ideias em comparação com as teorias apresentadas pelo professor (JÓFILI, 2002, p. 196).

Para Diesel (2017), pode-se, com base nessa citação de Jófili (2002), reportando-se aos pensamentos de Freire, inferir que a postura do docente é significativa nesse processo de exercício da autonomia do estudante.

Segundo Reeve (2009 apud Berbel, 2011, p 28), o professor contribui para promover a autonomia do aluno em sala de aula, quando:

- a) nutre os recursos motivacionais internos (interesses pessoais);
- b) oferece explicações racionais para o estudo de determinado conteúdo ou para a realização de determinada atividade;
- c) usa de linguagem informacional, não controladora;
- d) é paciente com o ritmo de aprendizagem dos alunos;
- e) reconhece e aceita as expressões de sentimentos negativos dos alunos.

Com base nessa citação, é possível afirmar que as Metodologias Ativas, quando tomadas como base para o planejamento de situações de aprendizagem, poderão contribuir de forma significativa para o desenvolvimento da autonomia e motivação do estudante à medida que favorece o sentimento de pertença e de coparticipação, tendo em vista que a teorização deixa de ser o ponto de partida e passa a ser o ponto de chegada, dado os inúmeros caminhos e possibilidades que a realidade histórica e cultural dos sujeitos emana (DIESEL, 2017).

Para Xavier (2014), a Metodologia Ativa conduz a um aprendizado integrado e dinâmico. Os problemas são construídos a partir dos objetivos que serão discutidos pelos alunos após uma busca individual.

Esta metodologia é um processo em constante formação, com propostas que se estruturam durante o processo, trabalhando a criatividade, coletividade e integração entre os participantes, que estão em aprendizagem constante durante a criação e a execução do projeto, tanto por parte dos alunos quanto dos

professores (OLIVEIRA, 2014, p.13).

Considerando o que diz Diesel (2017), no contexto da sala de aula, problematizar implica em fazer uma análise sobre a realidade como forma de tomar consciência dela. Em outra instância, há necessidade de o docente instigar no estudante o desejo de aprender, problematizando os conteúdos. Reportando-se a essa questão, Hengemühle (2014) adverte que, para isso, é fundamental que o docente conheça as situações e os problemas aos quais o conteúdo está ligado. O autor ainda destaca que, muitas vezes, reside aí uma dificuldade, pois nem sempre o docente consegue atender a esse requisito.

Desse ponto de vista, a fragmentação dos conteúdos e sua desarticulação com o contexto social, fato que evidencia a histórica dicotomia entre teoria e prática, pode ser uma das causas de desmotivação, desinteresse e apatia dos estudantes. Daí porque defende-se a ideia de que a educação desenvolvida na escola precisa ser útil para a vida, de modo que os estudantes possam articular o conhecimento construído com possibilidades reais de aplicação prática, ou seja, aprender com sentido, com significado contextualizado. O método ativo constitui-se numa concepção educativa que estimula processos de ensino e de aprendizagem numa perspectiva crítica e reflexiva, em que o estudante possui papel ativo e é corresponsável pelo seu próprio aprendizado (DIESEL, 2017).

Medeiros (2014), diz:

O método envolve a construção de situações de ensino que promovam uma aproximação crítica do aluno com a realidade; a opção por problemas que geram curiosidade e desafio; a disponibilização de recursos para pesquisar problemas e soluções; bem como a identificação de soluções hipotéticas mais adequadas à situação e a aplicação dessas soluções. Além disso, o aluno deve realizar tarefas que requeiram processos mentais complexos, como análise, síntese, dedução, generalização (p. 43).

Para Diesel (2017), essa passagem é suficientemente sugestiva para evidenciar o papel ativo do estudante a partir do uso de Metodologias Ativas. Ou seja, à medida que são oportunizadas situações de aprendizagem envolvendo a problematização da realidade em que esteja inserido, nas quais o estudante tenha papel ativo como protagonista no seu processo de aprendizagem, interagindo com o conteúdo, ouvindo, falando, perguntando e

discutindo, estará exercitando diferentes habilidades como refletir, observar, comparar, inferir, dentre outras, e não apenas ouvindo aulas expositivas, muitas vezes mais monologadas que dialogadas.

Pereira (2012), diz:

Por Metodologia Ativa entendemos todo o processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes exclusivas do saber na sala de aula (p. 6).

Essa citação incita a pensar sobre os inúmeros caminhos existentes para além do livro didático, partindo dele ou mesmo até chegar a ele. Quantas possibilidades existem de se pensar sobre o que nele está posto, de compará-lo à realidade concreta dos que dele fazem uso (estudantes), de se gerarem hipóteses a fim de se pensar sobre a importância de conhecer a realidade que gerou a teoria contida nele (DIESEL, 2017).

Ainda com base em Diesel (2017), para avançar nesse entendimento, articula-se, ainda, as contribuições de Paulo Freire (1921-1997) acerca da Pedagogia Problematizadora, que parte da premissa de que educador e educando aprendem juntos numa relação dinâmica, na qual a prática, orientada pela teoria, possibilita a reflexão crítica do estudante e o desenvolvimento de sua autonomia como forma de intervir sobre a realidade (BERBEL, 2011).

O trabalho com Metodologias Ativas de ensino favorece a interação constante entre os estudantes. A aula expositiva, na qual os alunos sentam-se em carteiras individuais e em que são “proibidos” de trocar ideias com os colegas, dá lugar a momentos de discussão e trocas. Nessa abordagem, “o ponto de partida é a prática social do aluno que, uma vez considerada, torna-se elemento de mobilização para a construção do conhecimento” (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 6).

Esse movimento de interação constante com os colegas e com o professor leva o estudante a constantemente refletir sobre uma determinada situação, a emitir uma opinião acerca da situação, a argumentar a favor ou contra, e a expressar-se. Koch (2002) complementa essa ideia ao mencionar que o aluno deve saber entender sua realidade. Ao professor cabe a tarefa de despertar no educando uma atitude crítica diante da realidade em que se

encontra inserido, preparando-o para “ler o mundo”: a princípio, o seu mundo, mas daí em diante, e paulatinamente, todos os mundos possíveis (KOCH, 2002, p. 159).

A prática educativa possui papel fundamental na formação humana, posto que sua essência é formadora, e como tal, de natureza ética, por ser uma prática especificamente humana (FREIRE, 2015). Nesse sentido, o saber docente, de natureza eminentemente ética, constitui-se numa prática cujo eixo constitutivo é a humanidade dos atores num dinâmico e complexo processo de interação (DIESEL, 2017).

Tal perspectiva corrobora a ideia da inter-relação existente entre os saberes da docência e a formação humana magistralmente que foi descrita por Freire (2015):

Percebe-se, assim, a importância do papel do educador, o mérito da paz com que viva a certeza de que faz parte de sua tarefa docente não apenas ensinar os conteúdos, mas também ensinar a pensar certo. Daí a impossibilidade de vir a tornar-se um professor crítico se, mecanicamente memorizador, é muito mais um repetidor de frases e de ideias inertes do que um desafiador (p.29).

Em outras palavras, ensinar a pensar significa não transferir ou transmitir ao outro que, por sua vez, recebe de forma passiva; mas o contrário, provocar, desafiar ou ainda promover as condições de construir, refletir, compreender, transformar, sem perder de vista o respeito a autonomia e dignidade deste outro. Esse olhar reflete a postura do professor que se vale de uma abordagem pautada no método ativo (DIESEL, 2017).

A fim de potencializar a discussão a respeito do papel do professor, Moran (2015) afirma:

Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhor preparados, remunerados, valorizados. Infelizmente não é o que acontece na maioria das instituições educacionais (p. 24).

Schön (1995), considera que um professor reflexivo deve ter um olhar

atento para o seu aluno. Mais do que isso, precisa deixar seu aluno expressar-se e planejar sua aula com base no conhecimento tácito expresso pelo aprendiz. O referido autor considera que a prática pedagógica norteada pela reflexão na ação do professor que dá razão ao aluno é dividida em momentos: inicialmente, esse professor permite surpreender-se pelo aluno; na sequência, reflete sobre esse fato e procura compreender as implicações que envolvem o aspecto levantado pelo aluno; a partir daí, terá condições de reformular o problema; e, por fim, coloca em prática uma nova proposta.

Depois de apresentar os princípios fundamentais de práticas pedagógicas pautadas na Metodologia Ativa, serão apresentados, a seguir, os fundamentos teóricos consagrados nos quais se busca amparo para justificar a dimensão dessa abordagem.

De acordo com a visão interacionista, ao professor cabe a tarefa de propiciar aos alunos o ambiente e os meios necessários para que eles construam seus conhecimentos, facilitando sua aprendizagem (DIESEL, 2017). Para tanto, segundo Oliveira (2010), o professor precisa ter ciência de uma série de atos complexos, como oferecer um ambiente afetivo na sala de aula que seja favorável ao aprendizado, e dar espaço para que a voz do estudante seja ouvida; sugerir estratégias de aprendizagem; recomendar leituras:

[...] o professor que adota essa concepção de aprendizagem passa a ser corresponsável pelo aprendizado do aluno, que é o principal responsável por esse processo. A adoção da visão interacionista implica que o professor entende a aula como um espaço no qual a voz do aluno deve ser ouvida para que ele possa constituir-se como sujeito da sua aprendizagem. Isso conduz o aluno à formação de uma consciência crítica, que o professor precisa fomentar (OLIVEIRA, 2010, p. 29).

As principais personalidades dessa corrente teórica são Jean Piaget, que desenvolveu um olhar sobre as etapas do desenvolvimento cognitivo, e Lev Vygotsky, que concebeu uma perspectiva mais social ao Interativismo. Interessa, aqui, analisar um pouco mais a fundo esta última perspectiva, que não leva em conta indivíduo isoladamente, nem o contexto isoladamente, mas na interação desses elementos. Para Moreira (2011, p.107), mencionando os fundamentos de Vygotsky, “os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos sociais”. Moreira (2011) também retrata que é por meio da interação social, isto é, no contato com os pais, os avós, com outras

crianças, com professores, por exemplo, que o sujeito irá apropriar-se e internalizar os instrumentos e os signos e, conseqüentemente, desenvolve-se cognitivamente.

Na concepção de Vygotsky, a interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, por provocar constantemente novas aprendizagens a partir da solução de problemas sob a orientação ou cooperação de crianças ou adultos mais experientes. Vygotsky considera que a aprendizagem ocorre dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo (capacidade de resolver problemas independentemente) e o nível de desenvolvimento potencial (capacidade de resolução de problemas sob orientação de um adulto) (MOREIRA, 2011). Assim, o professor deve levar em conta o conhecimento real da criança e, a partir disso, provocar novas aprendizagens, as quais, quando tornarem-se conhecimento real, novamente propulsionarão outras aprendizagens (DIESEL, 2017).

A pedagogia de Dewey (1978) também vai ao encontro das Metodologias Ativas. Segundo o autor, os alunos não estão sendo preparados para a vida quando estão na escola, e que estão de fato “vivendo” quando não estão em ambiente escolar. O autor defende que, na escola, já se está experienciando situações que fazem parte da vida do aluno. Para ele, a educação torna-se, desse modo, uma “contínua reconstrução de experiência”.

Dewey (1978) define cinco condições para uma aprendizagem que integra diretamente a vida que são: só se aprende o que se pratica; mas não basta praticar, é preciso haver reconstrução consciente da experiência; aprende-se por associação; não se aprende nunca uma coisa só; toda aprendizagem deve ser integrada à vida.

Ao retratar a dicotomia da aprendizagem significativa e mecânica de Ausubel, Moreira (2011) menciona que, na primeira, a nova informação é relacionada de maneira substantiva e não arbitrária a um aspecto relevante da estrutura cognitiva, ao passo que, na aprendizagem mecânica, a nova informação não interage com aquela já existente na estrutura cognitiva. Um aluno que, para realizar uma prova avaliativa, decora fórmulas, macetes, leis e ao término da avaliação, esquece tudo, está submetido à aprendizagem mecânica.

A corrente teórica Ausubeliana também trata das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa: a não arbitrariedade do material, a subjetividade e a disponibilidade para a aprendizagem (MOREIRA, 2011). Ainda com base em Moreira (2011) pode-se dizer que:

[...] independentemente do quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto de aprendizagem são significativos, se o material não for potencialmente significativo (p. 156).

Assim, para que a aprendizagem seja significativa, o docente precisa levar em conta o conhecimento prévio do aluno, a potencialidade do material e a disposição do aprendiz em aprender. Daí que se configura a aproximação com o método ativo (DIESEL, 2017).

Paulo Freire foi um dos pioneiros a problematizar os desafios concretos que impulsionaram a articulação de movimentos populares em direção à transformação das realidades sociais opressoras. Na perspectiva Freiriana um dos grandes problemas da educação paira no fato de os alunos serem estimulados a pensarem autonomamente. Sua abordagem acontece dentro de um enfoque construtivista, cabendo ao professor:

[...] assegurar um ambiente dentro do qual os alunos possam reconhecer e refletir sobre suas próprias ideias; aceitar que outras pessoas expressem pontos de vista diferentes dos seus, mas igualmente válidos e possam avaliar a utilidade dessas ideias em comparação com as teorias apresentadas pelo professor. De fato, desenvolver o respeito pelos outros e a capacidade de dialogar é um dos aspectos fundamentais do pensamento Freireano (JÓFILI, 2002, p. 196).

Dessas acepções, ressalta-se a relevância de promover discussões em sala de aula, de forma que o aluno possa praticar o exercício de formular uma opinião sobre determinado assunto, ouvir outras opiniões, refletir sobre elas e argumentar de forma cortês. Esse movimento, de acordo com Jófili (2002), propicia um saudável conflito cognitivo no aluno e, além disso, provoca o desenvolvimento da atitude crítica, que transcende os muros da escola, alcançando a atuação daquele aluno enquanto sujeito ativo da sociedade (DIESEL, 2017).

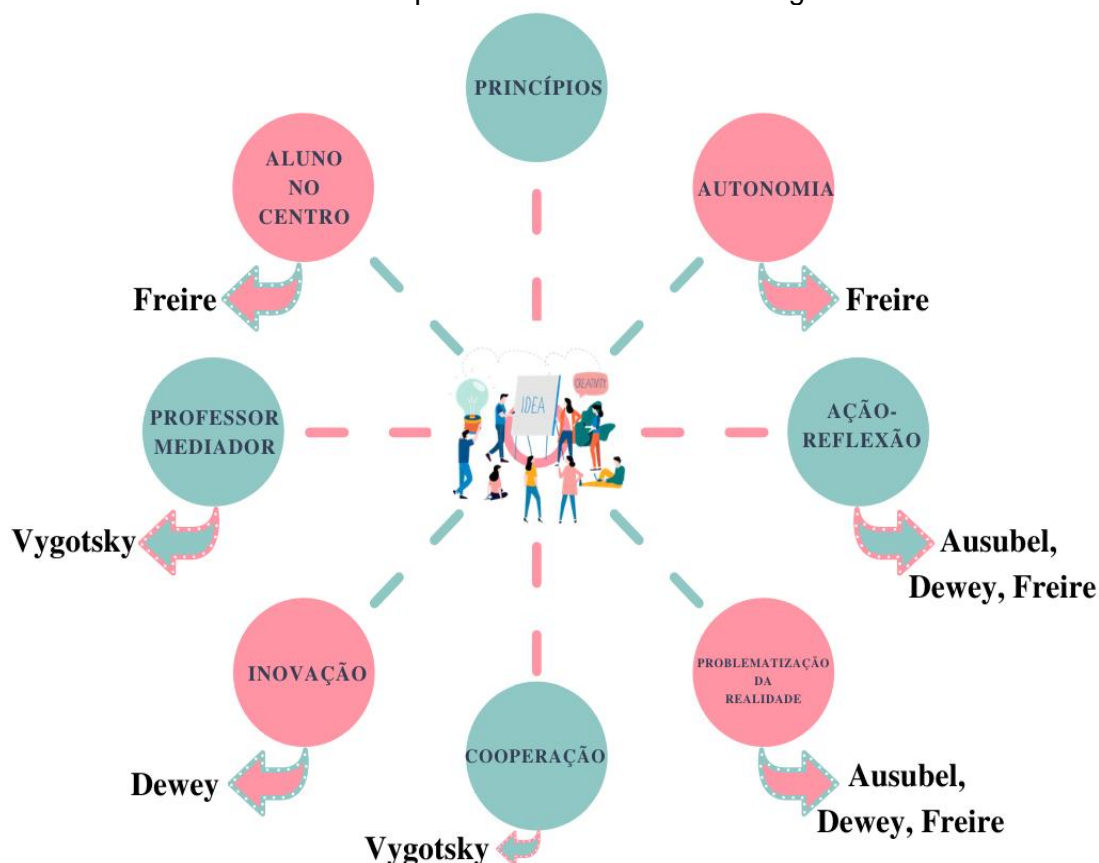
Para Freire (2000):

As crianças precisam crescer no exercício desta capacidade de pensar, de indagar-se e de indagar, de duvidar, de experimentar hipóteses de ação, de programar e de não apenas seguir os programas a elas, mais do que propostos, impostos. As crianças precisam ter assegurado o direito de aprender a decidir, o que se faz decidindo. Se as liberdades não se constituem entregues a si mesmas, mas na assunção ética de necessários limites, a assunção ética desses limites não se faz sem riscos a serem corridos por elas e pela autoridade ou autoridades com que dialeticamente se relacionam (FREIRE, 2000, p. 25).

Para Diesel (2017), surge a necessidade de os professores buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que foquem na interação entre os sujeitos (professor/aluno, aluno/aluno, professor/professor), no protagonismo, na postura crítica e na autonomia dos estudantes, a fim de promover efetivamente a aprendizagem. Assim, atitudes como oportunizar a escuta aos estudantes, valorizar suas opiniões, exercitar a empatia, responder aos questionamentos, encorajá-los, dentre outras, configuram pontos de encontro entre as ideias de Freire e a abordagem pautada pela Metodologia Ativa.

Com o intuito de esclarecer e ilustrar o que se entende por uma abordagem pautada em Metodologias Ativas de ensino, apresenta-se a Figura 1 a seguir. Nela podem-se observar os princípios das Metodologias Ativas bem como os teóricos que as subsidiam.

FIGURA 1 - Princípios e teóricos das Metodologias Ativas



FONTE: Adaptado de Diesel, Baldez e Martins (2017).

São exemplos de Metodologias Ativas a Aprendizagem Baseada em Problemas, Gamificação, Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino Híbrido (Modelos de Rotação, Modelo Flex, Modelo À la carte e Modelo Virtual Enriquecido), entre outros tipos. Tendo em vista que utilizamos a Sala de Aula Invertida nas aulas de Bioquímica para abordagem do assunto Expressão Gênica, cujo modelo pertence ao Ensino Híbrido, no tópico a seguir discutiremos sobre essa modalidade de ensino.

1.3 Ensino Híbrido – *Blended Learning*

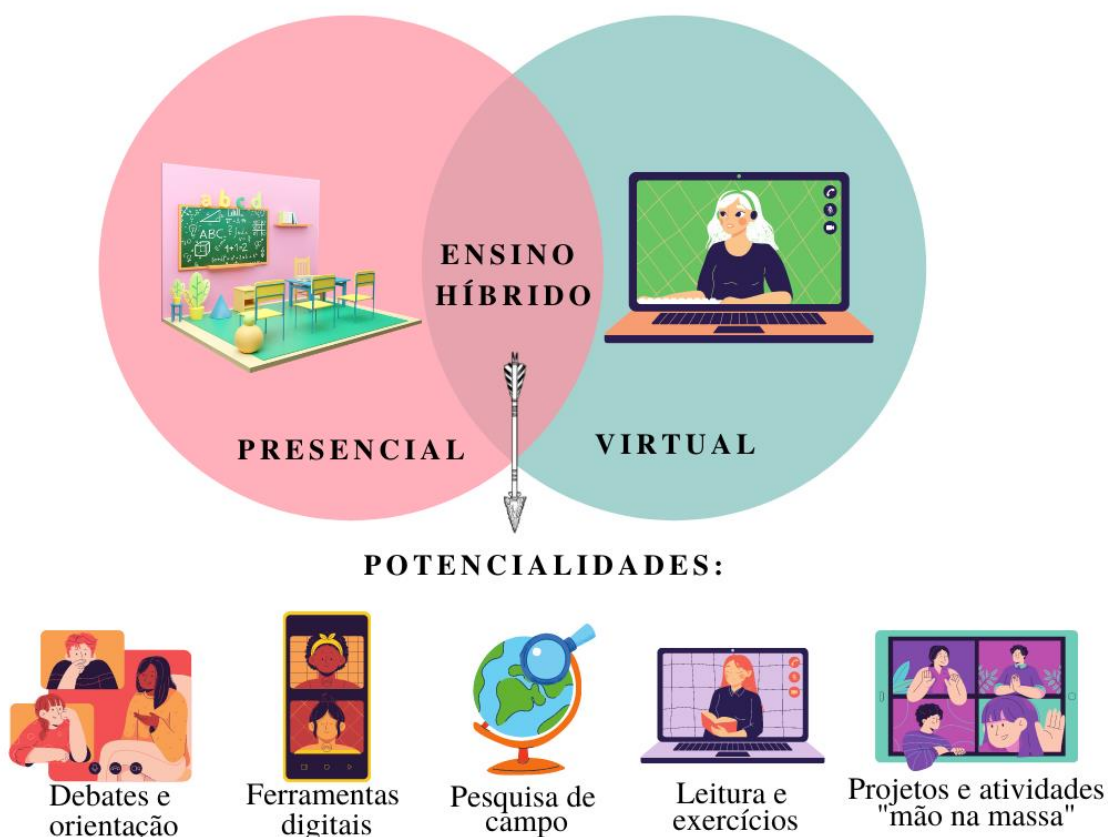
O Ensino Híbrido, ou o *blended learning*, é uma das tendências da Educação no século XXI, principalmente atualmente levando em consideração toda a situação vigente por conta da pandemia por Covid-19, onde muitas instituições têm-se utilizado dele para manter seu funcionamento respeitando as medidas de segurança propostas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Esta modalidade de ensino promove a integralidade dos ensinamentos.

presencial e online. Ensino híbrido é qualquer programa educacional formal no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino online, com algum elemento de controle dos estudantes sobre o tempo, o lugar, o caminho e/ou ritmo (HORN; STAKER, 2015).

O Ensino Híbrido está emergindo como uma inovação sustentada em relação à sala de aula tradicional. Esta forma híbrida é uma tentativa de oferecer “o melhor de dois mundos” — isto é, as vantagens da educação online combinadas com todos os benefícios da sala de aula tradicional. Por outro lado, outros modelos de Ensino Híbrido parecem ser disruptivos em relação às salas de aula tradicionais. Eles não incluem a sala de aula tradicional em sua forma plena; eles frequentemente têm seu início entre não consumidores; eles oferecem benefícios de acordo com uma nova definição do que é bom; e eles tendem a ser mais difíceis para adotar e operar (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013).

Horn e Staker (2015) apresentam uma definição bastante completa para essa modalidade de ensino e uma taxonomia de formas de uso que é bastante ampla. Eles definem *blended learning* como um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda os conteúdos e instruções usando recursos online, e outros em que o ensino ocorre em uma sala de aula, podendo interagir com outros alunos e com o professor. Na parte realizada online o aluno dispõe de meios para controlar quando, onde, como e com quem vai estudar.

Na Figura 2 a seguir pode-se observar a definição e as potencialidades do Ensino Híbrido.

FIGURA 2 - Ensino Híbrido e suas potencialidades

FONTE: Adaptado de <encurtador.com.br/oLV67>. Acesso em 08/03/21.

Horn e Staker (2015) enfatizam o aspecto formal para diferenciar as situações de aprendizagem que acontecem informalmente. No caso do *blended learning* o conteúdo e as instruções devem ser elaborados especificamente para a disciplina ao invés de usar qualquer material que o aluno acessa na internet. Além disso, a parte presencial deve necessariamente contar com a supervisão do professor, valorizar as interações interpessoais e ser complementar às atividades online, proporcionando um processo de ensino e de aprendizagem mais eficiente, interessante e personalizado (HORN; STAKER, 2015).

Horn e Staker (2015) definem quatro modelos que categorizam a maioria dos programas de Ensino Híbrido ou blended: modelo de rotação, modelo flex, modelo à la carte e modelo virtual enriquecido, conforme pode-se verificar na Figura 3:

FIGURA 3 – Modelos do Ensino Híbrido

FONTE: Adaptado de Horn e Staker (2015).

No modelo flex, a âncora do processo de ensino e de aprendizagem é o conteúdo e as instruções que o aluno trabalha via plataforma online. A parte flexível e adaptável corresponde ao tipo de suporte que ele recebe na situação presencial, podendo ser um apoio substancial de um professor certificado, ou uma pequena ajuda de um adulto que auxilia o aluno de acordo com a sua necessidade, ou que supervisiona uma atividade em grupo ou projeto sendo desenvolvido pelo aluno.

O modelo à la carte consiste no cenário no qual o aluno opta por realizar uma ou mais disciplinas totalmente online para complementar as disciplinas presenciais. É o caso, por exemplo, de a grade curricular oferecida presencialmente não dispor de disciplinas de interesse do aluno, e que são oferecidas online.

No modelo virtual enriquecido, a ênfase está nas disciplinas que o aluno realiza online, sendo que ele pode realizar algumas atividades presencialmente como, por exemplo, experiências práticas, laboratórios ou mesmo uma

disciplina presencial. Esse modelo difere do modelo *à la carte* pelo fato de a maior parte do ensino estar acontecendo online, complementado com poucas atividades presenciais.

O modelo de rotação consiste em proporcionar ao aluno a chance de alternar ou circular por diferentes modalidades de aprendizagem. Esse modelo está dividido em outros quatro subgrupos. Um deles, a rotação por estações, consiste em proporcionar ao aluno a possibilidade de circular, dentro da sala de aula, por diferentes estações, sendo uma delas uma estação de aprendizagem online, outra de desenvolvimento de projeto, trabalho em grupo ou interagindo com o professor, tirando dúvidas; Um segundo subgrupo é o laboratório rotacional, no qual o aluno circula em diferentes espaços dentro do campus, sendo um deles o laboratório no qual ele realiza atividades online, ou laboratórios para o desenvolvimento de práticas específicas; O terceiro subgrupo é a rotação individual, na qual o aluno circula entre diferentes modalidades de aprendizagem de acordo com horários prefixados. O quarto subgrupo, denominado Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom), será abordado mais adiante.

Para Graham *et al.* (2019), existem três razões principais pelas quais os professores podem escolher uma abordagem de ensino combinado:

1. **Aprendizagem do aluno aprimorada:** O ensino combinado pode permitir estratégias instrucionais não práticas ou possíveis em ambientes tradicionais. Essas estratégias podem levar a um melhor envolvimento do aluno e resultados de aprendizagem.
2. **Maior acesso e flexibilidade:** O ensino combinado pode fornecer maior flexibilidade e acesso a experiências de aprendizagem, estendendo a aprendizagem além dos confins da sala de aula.
3. **Maior eficiência de custos:** O ensino combinado também pode levar a algumas eficiências de custo em termos de tempo e dinheiro para professores e alunos.

Graham (2019) enfatiza os benefícios de se usar o Ensino Híbrido, compartilhando sua lista de 7 P's que são: Participação, Ritmo, Personalização, Local Interação Pessoal, Preparação e a Prática com Feedback.

1. **Participação** - Durante uma discussão presencial em classe apenas uma pessoa pode compartilhar suas ideias por vez. Os professores frequentemente tentam remediar essa dificuldade usando discussões em pequenos grupos para aumentar a participação, mas mesmo em pequenos grupos, apenas uma pessoa pode compartilhar suas ideias por vez. Mesmo quando todos têm a oportunidade de compartilhar, um aluno pode dominar a conversa, resultando em um pensamento de grupo ou nas ideias de um aluno recebendo mais atenção do que as de outro. As discussões online podem ajudar a igualar a quantidade de participação dos alunos.
2. **Ritmo** - No espaço presencial, espera-se que a turma se mova como um todo quando uma unidade ou lição for concluída. Nesse aspecto do ensino combinado, os alunos podem se mover em seu próprio ritmo, avançando quando atingem pontos de referência específicos.
3. **Personalização** - É difícil personalizar o aprendizado de acordo com os interesses, habilidades e objetivos de cada aluno. Os componentes de aprendizagem online podem ajudar os professores a fornecer aos alunos mais eficiência no direcionamento de sua própria educação.
4. **Local** - O espaço online é muito mais flexível do que o espaço presencial. O uso da instrução online permite que os alunos aprendam onde e quando for mais benéfico para eles, seja na escola antes, durante ou depois das aulas, ou em casa quando voltam de seus treinos noturnos, ensaios ou empregos de meio período.
5. **Interação pessoal** - Na sala de aula tradicional a instrução geralmente é focada em toda a classe. Essa prática ajuda a monitorar o comportamento dos alunos e gerenciar o fluxo das atividades em sala de aula. No entanto, em um ambiente combinado, os alunos estão engajados no aprendizado online e o professor pode passar mais tempo em conferências e ajudando alunos individualmente.
6. **Preparação** - O Ensino Híbrido permite que os alunos tenham acesso aos materiais do curso por meio do espaço online, mesmo antes ou depois do horário das aulas, proporcionando aos alunos oportunidades adicionais de aprendizagem. Isso pode ajudar a resolver algumas das dificuldades que os professores frequentemente enfrentam como fazer com que os alunos

cheguem às aulas despreparados ou saiam da aula sem ter acesso aos materiais necessários para terminar o trabalho.

7. **Prática com feedback** – O feedback é uma parte importante do processo de aprendizagem; no entanto, pode ser difícil fornecer aos alunos um feedback relevante e imediato sobre todo o trabalho. Frequentemente os elementos do aprendizado online fornecem aos alunos a oportunidade de receber feedback imediato por meio de avaliações responsivas e atividades interativas.

No tópico seguinte abordaremos a Sala de Aula Invertida que pertence ao modelo de rotação do Ensino Híbrido, cujo modelo foi utilizado nas ações pedagógicas atreladas à construção de conceitos sobre Expressão Gênica.

1.4 Sala de Aula Invertida – *Flipped Classroom*

Com a popularização das tecnologias digitais e a liberação do polo de emissão, o acesso à informação tornou-se inerente à ideia de lugar, ou seja, é possível acessar a conteúdos educativos a qualquer hora. Em virtude disso, surge a necessidade de modificar as metodologias de ensino e aprendizagem nas escolas e outras instituições educativas. A aula tradicional já não tem mais efeito como antes. O tempo e a maneira de ensino se tornaram um problema. Por isso, dois professores americanos resolveram modificar a dinâmica das aulas. Ao invés da aula ser puramente expositiva, eles disponibilizaram materiais de ensino, como vídeo aulas, para que o aluno estudasse da maneira dele e assistisse quantas vezes quisesse. Essa metodologia tornou possível um dinamismo e um pensamento crítico entre os alunos e, também, na relação de professor e aluno. Esse método é conhecido como *Flipped Classroom*, ou Sala de Aula Invertida. Os alunos ao invés de serem meros ouvintes, passam a serem agentes ativos do processo, e o professor com a função de apresentar e discutir as análises sobre o tema (SANTOS *et al.*, 2016)

Em síntese, significa transferir eventos que tradicionalmente eram feitos em aula para fora da sala de aula. Segundo Lage, Platt e Treglia (2000) trata-se de uma abordagem pela qual o aluno assume a responsabilidade pelo estudo teórico e a aula presencial serve como aplicação prática dos conceitos estudados previamente (JAIME *et al.*, 2015).

Trevelin, Pereira e Neto (2013) e Valente (2014) explicam que o uso deste modelo data da década de 90. Abaixo temos uma “escala” cronológica de acontecimentos relacionados diretamente ao uso deste modelo:

- 1- Erick Mazur iniciou os estudos sobre o método de ensino de instrução pelos colegas, o que resultou na publicação do livro *Peer Instruction: a User's Manual*, em 1991. O método consiste no estudo prévio de materiais, a instigar alunos a discutirem questões conceituais em classe e a responderem testes conceituais.
- 2- Em 1999, Gregor Novak e outros defenderam o *Just-in-time Teaching*, método que requer que o aluno assuma a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando alguma atividade prévia, como leitura.
- 3- Em 2000, o conceito de *flipped classroom* foi apresentado por Baker na 11th Internacional Conference on College Teaching and Learning. No mesmo ano, Lage, Plat e Treglia publicaram artigo com resultados positivos sobre a utilização do método e o chamaram de "Inverted Classroom".
- 4- Em 2004, Salamann Khan gravou vídeos a pedido da prima e fundou a Khan Academy, disponibilizando vídeo aulas e popularizando assim a ideia de sala de aula invertida.
- 5- Em 2006 e 2007, dois professores, Aron Sams e Jonathan Bergmann encontraram um software de captura de tela, screencast, que gravava apresentações em Power Point.

Isso os levou a pensar que se os alunos assistissem ao vídeo como dever de casa, teriam mais tempo em classe para ajudá-los com os conceitos que não compreendiam. Assim, transformaram em projeto as aulas produzidas em vídeo.

De acordo com Valente (2014), a partir dos anos 2010, o termo *Flipped Classroom* passou a ser um chavão, impulsionado por publicações internacionais e surgiram, então, escolas de Ensino Básico e Superior que passaram a adotar essa abordagem.

Há, inclusive, nos Estados Unidos uma organização com mais de 25.000 educadores, a ***Flipped Learning Network*** (FLN), que divulga conceitos sobre a aprendizagem invertida para que educadores possam implantá-la com sucesso.

Testada e aprovada por universidades nos EUA, como Duke, Stanford,

Harvard e Massachusetts Institute of Technology – MIT e no ensino K-12 americano, a Sala de Aula Invertida vem se tornando uma tendência crescente em educação em vários países como Finlândia, Singapura, Holanda e Canadá (RAMAL, 2015).

Essa proposta de ensino surgiu em escolas do segundo grau americano, por meio da ideia de dois professores, Jonathan Bergman e Aron Sams. Eles precisavam criar uma estratégia de ensino para atender os alunos que tinham que se ausentar por um longo tempo das aulas, pois muitos eram atletas e precisavam participar de jogos. Portanto, eles passaram a gravar suas aulas e postá-las, para que esses estudantes pudessem acompanhar as disciplinas. Quando os alunos voltavam, tiravam as suas dúvidas e contribuía para a discussão. A partir dessa experiência inicial, os professores resolveram ampliar para todos os alunos, que passaram a aumentar o nível de aprendizado e aproveitamento na aula (SCHNEIDER *et al.*, 2013).

Portanto, *Flipped Classroom* (FC) ou Sala de Aula Invertida (SAI) é um modelo que tem suas raízes no Ensino Híbrido. Segundo a FLN (2014) para se engajar na aprendizagem invertida, os professores devem incorporar quatro pilares fundamentais em sua prática, que são sintetizados na sigla F-L-I-P:

F - *Flexible environment* (Ambiente Flexível) – Espaços flexíveis que facilitem a sequência de aprendizagem e avaliação de cada aluno.

L - *Learning culture* (Cultura de Aprendizagem) – O aluno se compromete com os objetivos da aprendizagem, passa agir ativamente em vez de apenas se esforçarem para cumprir as obrigações acadêmicas.

I - *Intentional Content* (Conteúdo Intencional) – Os educadores norteiam os principais conteúdos e ferramentas que deverão ser acessados pelos alunos.

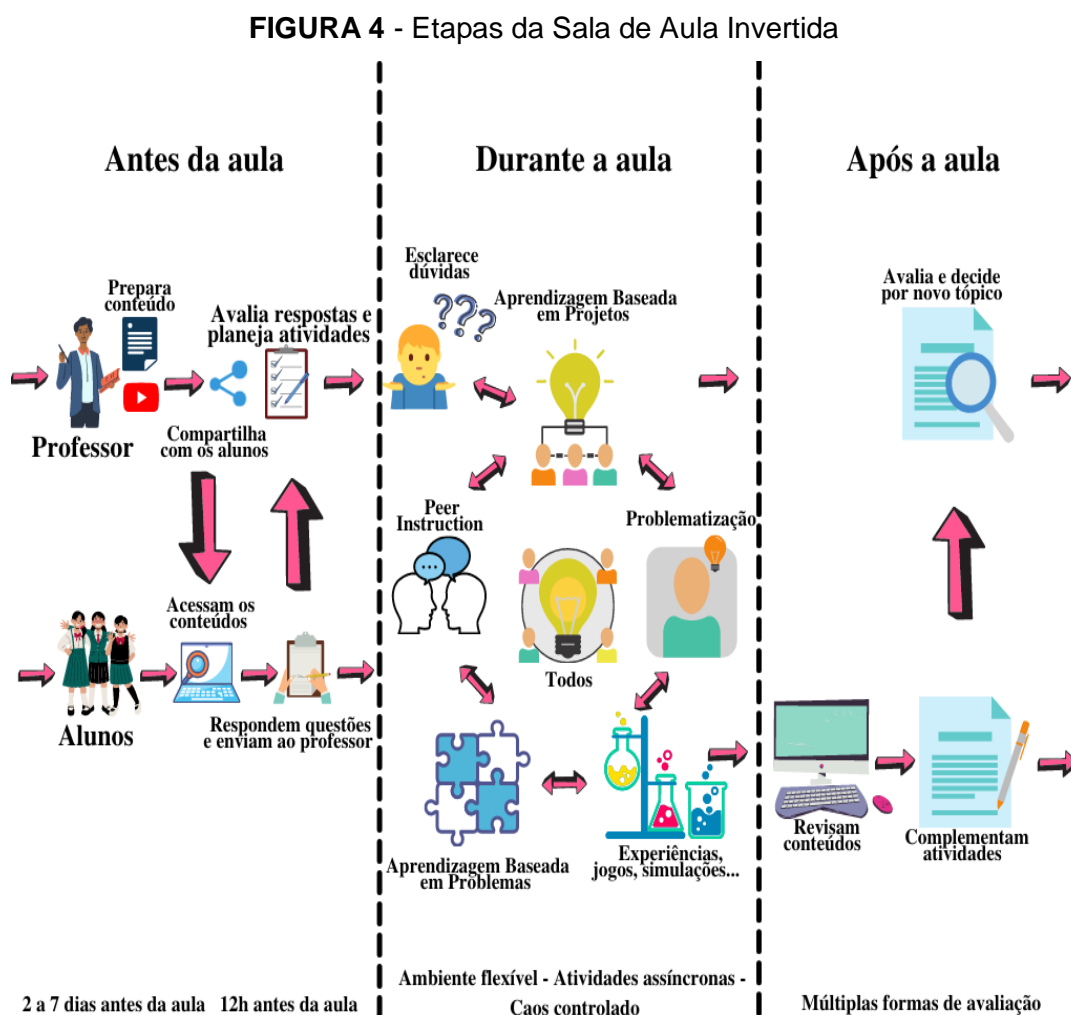
P - *Professional educator* (Educador Profissional) – Os educadores são exigentes quanto à realização das atividades e realizar feedback constantemente.

Logo, a Sala de Aula Invertida prevê o acesso ao conteúdo antes da aula pelos alunos e o uso dos primeiros minutos em sala para esclarecimento de dúvidas, de modo a sanar equívocos antes dos conceitos serem aplicados nas atividades práticas mais extensas no tempo de classe (BERGMANN; SAMS, 2012; 2016). Em classe, as atividades se concentram nas formas mais elevadas do trabalho cognitivo: aplicar, analisar, avaliar, criar, contando com o

apoio de seus pares e professores.

Transferir palestras (exposição do conteúdo) ou informação básica para fora da sala de aula possibilita ao aluno preparação prévia para atividades de aprendizagem ativa durante a aula, que ajudam os estudantes a desenvolver sua comunicação e habilidades de pensamento de ordem superior (LAGE; PLATT; TREGLIA, 2000). Segundo Teixeira (2013), antes das aulas os alunos devem ver vídeos relacionados ao assunto da próxima aula, conhecer termos novos, ser introduzidos a novos conceitos; no ambiente da sala de aula o aluno deve esclarecer suas dúvidas, analisar artefatos, resolver problemas, discutir conceitos, criar projetos, trabalhar em grupo; Depois da aula, vem a fixação. Os alunos devem rever os conceitos e desenvolver projetos.

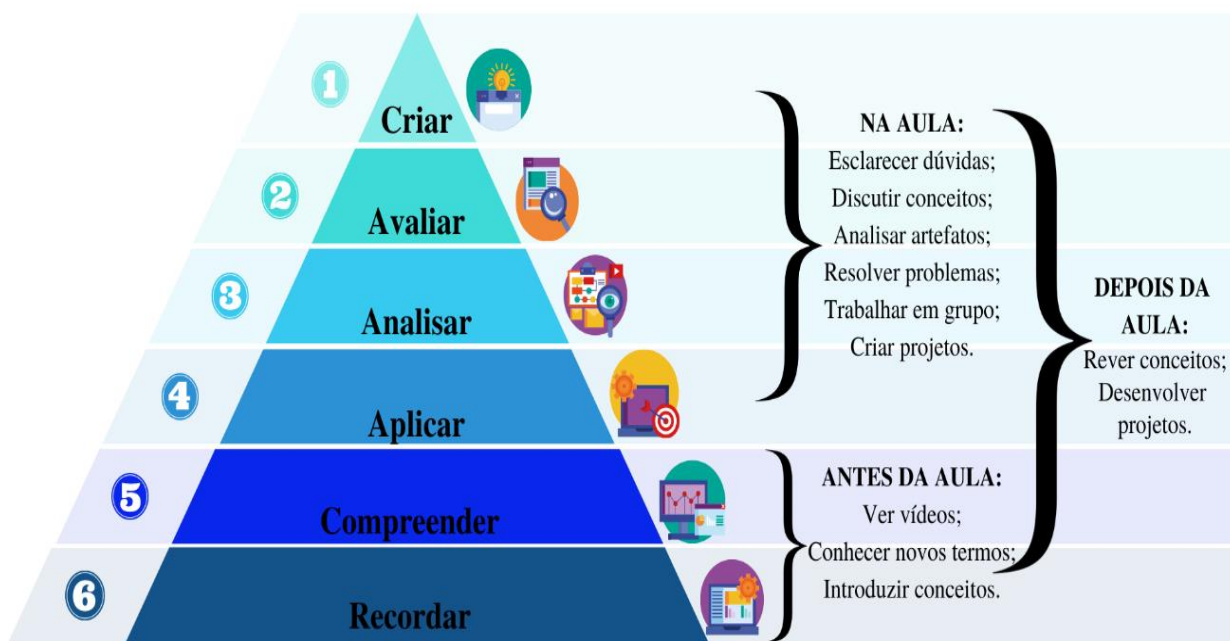
Na Figura 4 a seguir pode-se observar as três etapas da Sala de Aula Invertida bem como o que acontece em cada uma delas.



FONTE: Adaptado de Bergmann e Sams (2016).

Na Figura 5 pode-se observar a ideia de Teixeira (2013) a respeito das habilidades cognitivas.

FIGURA 5 - Habilidades Cognitivas



FONTE: Adaptado de Teixeira (2013).

Comunicação, bem como motivação, autonomia, perseverança, autocontrole, resiliência, colaboração e criatividade integram o rol de habilidades socioemocionais, apontadas por organizações como a OCDE (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2002), como essenciais à formação profissional, para que os jovens obtenham sucesso em um mercado de trabalho em permanente mudança.

De acordo com a OCDE (2002) a motivação é mais importante que a idade para um aprendizado bem sucedido e, embora se esteja longe de uma teoria adequada ou análise prática dos estilos de aprendizagem, o que se sabe é que o aprendizado bem sucedido se torna provável de ocorrer quando o aprendiz:

- tem muita autoconfiança e uma boa autoestima;
- é fortemente motivado a aprender;
- é capaz de aprender em um ambiente caracterizado por elevado desafio juntamente com “baixa ameaça” (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2002, p. 13-14).

A OECD (2002), afirma que os currículos tradicionais consistem de conhecimentos, Habilidades e Atitudes - CHA e tendem a valorizar o conhecimento acima das habilidades e as habilidades acima das atitudes, porém a experiência da vida e do trabalho sugere uma prioridade diferente: Atitudes, Habilidades e Conhecimento. Atitudes positivas, chave para uma vida prazerosa ou trabalho recompensador.

Habilidades essenciais como, por exemplo: comunicação, trabalho em equipe, organização e solução de problemas; e, por fim, conhecimento, uma vez que ele está facilmente acessível devem ser instigadas no processo de aprendizagem (SCHMITZ, 2016).

O desafio seria então criar uma sociedade da aprendizagem (não uma sociedade do conhecimento) para o século XXI, sugerindo que as nações “confiem na demanda do aprendiz informado (TILD), uma vez que o currículo essencial esteja dominado” (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2002, p. 13). Para isso, cada nação deveria debater um currículo essencial e investir na orientação educacional.

Entre os objetivos da inversão da sala de aula estão o desenvolvimento de competências individuais, de cooperação e de organização de autoaprendizagem, investigação, desenvolvimento do pensamento crítico e de aprender a aprender (CCL PROJECT, 2013).

Moran (2014) considera a Sala de Aula Invertida um dos modelos mais interessantes da atualidade para mesclar tecnologia com metodologia de ensino, pois concentra no virtual o que é informação básica e, na sala de aula, atividades criativas e supervisionadas, uma combinação de aprendizagem por desafios, projetos, problemas reais e jogos.

Apoiado no trabalho de Bergmann e Sams (2012), a inversão da sala de aula não segue um padrão único e exclusivo, podendo ser adaptado conforme a realidade compatível da escola e mesclá-la com diferentes metodologias facilita sua execução e o alcance de sua finalidade proposta. A integração do modelo de Sala de Aula Invertida com outras Metodologias Ativas corrobora para eficácia do método e ajuda a transpor obstáculos, pois oferecem um cenário ativo-motivacional aos alunos. Faz-se necessário, em sala, o desenvolvimento de atividades cooperativas com ênfase nas tarefas prévias. “Os estudantes precisam perceber que seus esforços para realizar a tarefa de

preparação são a essência das aulas, assim, engajar-se-ão cada vez mais nas atividades” (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016, p. 9).

Nesse sentido, Hamdan *et al.*, (2013) consideram essencial a presença de educadores profissionais, que estejam ativamente engajados na rede educacional. A adoção da Sala de Aula Invertida retira ambos, aluno e professor de suas zonas de conforto. As atividades de baixa cognição, antes providas pelo docente em sala de aula, passam para a responsabilidade do aluno, que deve administrá-las em seu tempo pessoal.

O preparo pelo professor de conteúdos pré-classe, bem como de atividades de alta cognição em classe e de atividades de sedimentação e avaliação pós-classe, torna-se mais complexo. Além disso, as atividades de aula, agora focadas em aplicação do conhecimento adquirido nas leituras pré-classe e na resolução de problemas, exigem do educador flexibilidade e criatividade para identificar erros ou lacunas de conhecimento e saná-las de forma individual ou coletiva em tempo de execução (SCHMITZ, 2016).

No tópico a seguir abordaremos a Expressão Gênica que foi trabalhada como conteúdo específico das ações que foram desenvolvidas.

1.5 Expressão Gênica e Anemia Falciforme

Com base em Snustad (2008) pode-se dizer que o termo expressão gênica refere-se ao processo em que a informação codificada por um gene é decodificada em uma proteína. A informação genética, armazenada nos cromossomos e transmitida para as células-filhas pela replicação do DNA, é expressa pela transcrição para o RNAm, sendo subsequentemente traduzida nas cadeias polipeptídicas.

A biossíntese proteica é dividida em três fases: Replicação, Transcrição e Tradução. A Figura 6 abaixo ilustra esse processo.

FIGURA 6 - Biossíntese proteica**FONTE:** Própria.

Replicação

A replicação do DNA envolve a separação das duas fitas parentais e a produção de duas novas fitas, tendo as parentais como molde. Cada nova molécula de DNA contém uma fita parental e uma fita recém-sintetizada, caracterizando a replicação semiconservativa.

Transcrição

A transcrição é o processo de conversão da informação genética que fica armazenada no DNA em uma forma mais ativa o RNA. Esse processo se inicia na região chamada de promotor onde existe uma sequência de bases que é reconhecida por proteínas específicas.

Tradução

A síntese de proteínas ou tradução corresponde à etapa final da transferência de informação genética, armazenada no DNA, para as moléculas de proteínas, que são os principais componentes estruturais e funcionais das células vivas. Durante a tradução essa informação, expressa em um RNA, é utilizada para comandar a síntese de uma proteína.

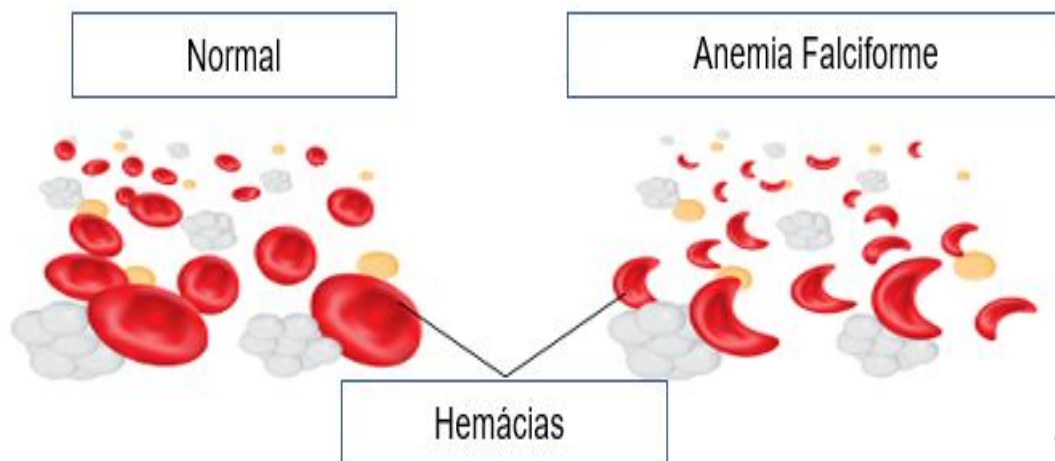
Entende-se por mutação qualquer modificação súbita e hereditária no conjunto gênico de um organismo, não explicada pela recombinação da variabilidade genética preexistente. Todos os seres vivos sofrem mutações como resultado de funções celulares normais ou interações aleatórias com o

ambiente. Essas mutações são denominadas espontâneas, e a sua frequência de ocorrência é característica para cada espécie. Qualquer base nitrogenada do DNA pode ser mutada (DELVIN, 2007).

De acordo com Delvin (2007) a anemia falciforme é causada por mutação genética, responsável pela deformidade dos glóbulos vermelhos. Então uma mutação não conservativa ocorre. Uma hemoglobina adulta normal (HbA1) tem duas cadeias α e β (composição $\alpha_2\beta_2$). Já a hemoglobina S (HbS) é uma forma variante da HbA1, na qual uma substituição não conservativa ocorre na sexta posição das cadeias β -globina de HbA1. Enquanto em **HbA1 essa posição é ocupada por um resíduo de ácido glutâmico**, na **HbS a posição é ocupada por uma valina**. Isso substitui um grupo de cadeia lateral polar do lado de fora da superfície da molécula por uma cadeia lateral hidrofóbica não polar (mutação não conservativa).

As hemoglobinas afetadas possuem o formato de foice, daí o nome falciforme. Na Figura 7 abaixo pode-se observar a hemoglobina normal HbA1 e a hemoglobina característica da anemia falciforme a HbS.

FIGURA 7 - Hemoglobina Hba1 e HbS



FONTE: <encurtador.com.br/INOTX>. Acesso em 08/03/21.

2 REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs). **Estratégias de ensinagem. In: Processos de ensinagem na Universidade.** Pressupostos para estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67- 100.

ABREU, J. R. P. **Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas - Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas.** 2011. 105 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139- 154, 1998.

BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **R. bras. Est. pedag.**, Brasília, v. 80, n. 196, p. 383-403, 1999.

BEHRENS,_____. **O paradigma emergente e a prática pedagógica.** 5 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

BEHRENS, M. A.; OLIARI, A. L. T. A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade. **Revista Diálogo Educacional**, v. 7, n. 22, 2007.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G.; Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**; nº 04, p. 1 19-143, 2014.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom:** reach every student in every class every day. USA: ISTE, 2012.

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

CAPRA, F. **A teia da vida.** Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARNEIRO-LEÃO, A.M.A.; MAYER, M.; NOGUEIRA, R.A. **Ensinando biologia numa perspectiva de complexidade.** In. Jófili, Z, Almeida, AV. (Org). Ensino de biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam. 2 ed. Revista ampliada. Recife: UFRPE/Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5, 2009.

Ccl Project. **Ccl Guide:** learning story flipped classroom. Braga: Universidade do Minho, 2013.

CHISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos.** São Paulo: Clayton Christensen Institute, 2013.

DELVIN, T. M. - **Manual de bioquímica com correlações clínicas** / tradução Yara M. Michelacci. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

DEWEY, J. **Vida e educação.** 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DIESEL, A.; DIESEL, D. MARTINS, S. N.; Metodologias ativas no ensino superior: Um estudo de caso: Educação e Produção do Conhecimento nos Processos Pedagógicos. **Anais do Seminário de Educação, Conhecimento e Processos Educativos**, v.1, p.1-7, 2015.

FILATRO, A; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** Saberes necessários à prática educativa. 51ªed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos.** São Paulo: UNESP, 2000.

FLIPPED LEARNING NETWORK. **The four pillars of F-L-I-P.** South Bend, IN: Flipped Learning, 2014. Disponível em: <<http://www.flippedlearning.org/domain/46>>. Acesso em 08/03/21.

GRAHAN *et al.* **K-12 Blended Teaching.** A Guide To Personalized Learning and Online Integration, 2019.

HAMDAN, N. *et al.* **The flipped learning model: a white paper based on the literature review titled a review of flipped learning.** [internet]. Fairfax, VA: George Mason University, 2013.

HENGEMÜHLE, A. **Formação de professores: da função de ensinar ao resgate da educação.** 3 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

JAIME, M. P.; KOLLER, M. R. T.; GRAEML, F. R. La aplicación de flipped Classroom en el curso de dirección estratégica. In: **Jornadas internacionales de innovación universitaria educar para transformar**, 12., 2015. Actas... Madrid: UNIVERSIDAD EUROPEA, 2015. p. 119-133.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Educação: Teorias e Práticas**, v. 2, n. 2, p. 191-208, dez 2002.

KOCH, I. G. V. **Argumentação e linguagem.** 7. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 16. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. **Journal of Economic Education**. Bloomington, IN, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

MANGUEIRA, S. T. I. P. D. **Importância do ensino de Bioquímica para formação dos Profissionais dos cursos de ciências biológicas e da Saúde**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, 2015. Disponível em: <<http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2015/samoel-tharcisio-i-p-diniz-mangueira.pdf>>. Acesso em 07/10/20.

MEDEIROS, A. **Docência na socioeducação**. Brasília: Universidade de Brasília, Campus Planaltina, 2014.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. 16 ed. Campinas, SP: Papirus, 1997.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez: Brasília, D. F. UNESCO, 2000.

NASCIMENTO, T. E.; COUTINHO, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**, 2016.

OLIVEIRA, L. R.; CAVALCANTE, L. E.; SILVA, A. S. R.; ROLIM, R. de M. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e suas convergências com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, p.1-13, 2015.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Understanding the brain: towards a new learning Science**. Paris: OECD, 2002

PEREIRA, R. **Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior.** In: VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão, SE. 20 a 22 setembro de 2012.

RAMAL, A. **Sala de aula invertida: a educação do futuro.** [internet]. Rio de Janeiro: G1 Educação, 2015 Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertidaeducacao-do-futuro.html>> Acesso em 08/03/21.

SANTOS, L; OLIVEIRA, K; ALVES, A. **Sala de aula invertida e novas tecnologias: uma nova proposta de ensino,** 2016.

SCHNEIDER, E. I. *et al.* **Sala de Aula Invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning,** 2013.

SCHÖN, D. A. **Formar professores como profissionais reflexivos.** In: NÓVOA, António (Coord). Os professores e a sua formação. 2. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

SNUSTAD, D. P. **Fundamentos de Genética.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. **Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais.** Medicina, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, J. D. O. A utilização da sala de aula invertida em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido flipped classroom adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista Estilos de Aprendizaje,** Madrid, v. 11, n.12, 2013.

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

VARGAS, L. H. M. A Bioquímica e a Aprendizagem Baseada em Problemas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular** [periódicos na internet], 2001.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico: novo paradigma da Ciência.** 10 ed. Campinas: Papyrus, 2002.

XAVIER, L.N.; OLIVEIRA, G.L.; GOMES, A. de A.; MACHADO, M. de F.A.S.; ELOIA, S.M.C. Analisando as metodologias ativas na formação dos profissionais de saúde: Uma revisão integrativa. **SANARE,** Sobral, v.13, n.1, p.76-83, 2014.

**SALA DE AULA INVERTIDA PARA A CONSTRUÇÃO E
ARTICULAÇÃO DE CONCEITOS BIOQUÍMICOS**

**Artigo a ser submetido à Revista de Ensino de Bioquímica – REB
ISSN: 2318-8790**



Sala de Aula Invertida para a construção e articulação de conceitos bioquímicos

Flipped Classroom for the construction and articulation of biochemical concepts

Isabela Lemos Gomes^{1*}, Priscila Aparecida dos Santos Cordeiro², Janaína de Albuquerque Couto³.

¹ Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática da UFRPE (PPGEC).

³ Doutora em Ciências Biológicas. Professora do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal e do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática da UFRPE (PPGEC).

*e-mail: isabelalemos1605@gmail.com

Resumo

Tendo em vista as dificuldades que permeiam o processo de ensino e aprendizagem de Bioquímica, o presente estudo tem como objetivo analisar o processo de construção de conceitos acerca da temática Expressão Gênica a partir da utilização da Sala de Aula Invertida. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa e ocorreu numa turma do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, numa Instituição Pública de Ensino Superior. No decorrer das ações pedagógicas os discentes receberam materiais de estudo previamente pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem institucional e durante as aulas, o tempo era direcionado a atividades relacionadas a uma aprendizagem cooperativa, bem como ao aprofundamento conceitual. A partir ação pedagógica pautada na utilização da Sala de Aula Invertida, constatamos por meio na análise das produções dos estudantes, a viabilidade no processo de construção de conceitos acerca da temática pretendida.

Palavras-chave: Bioquímica; Sala de Aula Invertida; Expressão Gênica.

Abstract

In view of the difficulties that permeate the teaching and learning process of Biochemistry, the present study aims to analyze the process of building concepts about the theme Gene Expression from the use of the Flipped Classroom. The research has a qualitative approach and took place in a group of the Bachelor of Biological Sciences course, in a Public Institution of Higher Education. During the pedagogical actions, the students received study materials previously through the institutional Virtual Learning Environment and during classes, time was directed to activities related to cooperative learning, as well as to the conceptual deepening. Based on the pedagogical action based on the use of the Flipped Classroom, we verified, through the analysis of the students' productions, the feasibility in the process of building concepts about the intended theme.

Keywords: Biochemistry; Flipped classroom; Gene expression.

1 Introdução

A Bioquímica é uma área da Biologia voltada ao estudo da estruturação e organização molecular bem como das reações químicas e biológicas que acontecem no organismo vivo. Nesse sentido, Mangueira [1] afirma que a Bioquímica é uma disciplina integrante do ciclo de conteúdos básicos da matriz curricular do curso de Ciências Biológicas e de cursos da área de saúde, que tem despontado nos últimos anos como objeto de discussão pelas dificuldades presentes no processo de ensino e aprendizagem e pelo grande índice de reprovação. Numa tentativa de superar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Bioquímica, a Sala de Aula Invertida (SAI) pode constituir uma alternativa. Com base em Santos [2] esse método também conhecido como *Flipped Classroom* possibilita com que o aprendizado torne-se mais eficaz à medida que permite a personalização do ensino.

Na SAI, materiais de ensino como videoaulas e textos são disponibilizados em plataformas online para que os estudantes façam em casa o que era feito em aula, e em aula, o trabalho que era feito em casa como resolver problemas [3]. Com isso, os estudantes deixam de ser meros ouvintes e assumem o papel de agentes ativos na construção do próprio conhecimento e o professor assume a função de discutir as análises sobre o tema trabalhado o que otimiza e dinamiza o tempo na sala de aula.

A Sala de Aula Invertida (SAI) é um modelo que tem suas raízes no Ensino Híbrido (misturado, combinado, mesclado), conhecido como *blended learning* ou *b-learning*, o qual teve seu conceito desenvolvido a partir de experiências *e-learning* [4]. Dentro do Ensino Híbrido a SAI “emerge como técnica usada por professores tradicionais para melhorar o engajamento dos estudantes” [5] ^(p.33) e é, segundo esses autores, o modelo mais simples para dar início à implantação do Ensino Híbrido, dependendo apenas de um bom planejamento dos professores.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o processo de construção de conceitos acerca da temática Expressão Gênica a partir da utilização da Sala de Aula Invertida.

2 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza interpretativa, pois, segundo Moreira e Caleffe [6] (p.73), “a pesquisa qualitativa explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente”. Cabe, pois, ao pesquisador, descrever uma pessoa ou cenário, analisar dados, identificar temas ou categorias e finalmente, fazer uma interpretação ou tirar conclusões sobre o seu significado [7].

Também se configura como uma Pesquisa de Natureza Interventiva (PNI) que é definida por Teixeira e Megid Neto [8] (p. 1056) como: “prática que conjuga processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada”. Esse termo pode ser utilizado com vantagem para enquadrar uma multiplicidade de modalidades de pesquisa caracterizadas por articularem, de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos [8].

Nesse sentido, buscou-se planejar ações pedagógicas dentro de uma temática bioquímica – Expressão Gênica, de forma direcionada ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas a partir do uso da Sala de Aula Invertida. Assim sendo, o planejamento da ação se baseou no conceito de aprendizagem invertida, proposto pela *Flipped Learning Network*, que define como sendo uma abordagem pedagógica em que a instrução direta passa da dimensão da aprendizagem em grupo para a individual, de modo que o espaço em grupo resultante é transformado em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo em que o professor orienta os estudantes conforme trabalha conceitos.

2.1 Universo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada numa turma do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas composta por dezesseis discentes devidamente matriculados na disciplina de Bioquímica de uma Instituição de Ensino Superior, onde foi feito o acompanhamento por meio de presença nas aulas, registro das atividades através de anotações em caderno de campo e coleta do material produzido na intervenção, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por parte da docente responsável

pela disciplina. Consideramos estes tipos de registros importantes por que permitem recolher informações e aspectos que buscam a compreensão dos fatos e relações, ou seja, “possibilitam conhecer o período histórico e social das ações e reconstruir os fatos e seus antecedentes, pois se constituem de manifestações registradas de aspectos da vida social do grupo escolhido” [9] (p.210).

2.2 Planejamento da ação pedagógica

A ação pedagógica foi planejada numa proposta de Sala de Aula Invertida (SAI) pautada numa abordagem híbrida por meio de ações presenciais e online, direcionada para trabalhar o conteúdo específico de Expressão Gênica. Para a orientação do processo, elaboramos um roteiro introdutório problematizado, trazendo um caso de Anemia Falciforme. Esse tema foi escolhido por ter uma ligação direta com o conteúdo específico trabalhado nas ações - *Expressão Gênica*.

A Anemia Falciforme é causada por uma mutação genética do tipo não conservativa que provoca a deformação dos glóbulos vermelhos. Para ser portador da doença, é preciso que o gene alterado seja transmitido pelos genitores. Uma hemoglobina adulta normal (HbA1) tem duas cadeias α e β (composição $\alpha_2\beta_2$). A hemoglobina S (HbS) é uma forma variante da HbA1, na qual uma substituição não conservativa ocorre na sexta posição das cadeias β -globina de HbA1. Enquanto em HbA1 essa posição é ocupada por um resíduo de ácido glutâmico, na HbS a posição é ocupada por uma valina. Isso substitui um grupo de cadeia lateral polar do lado de fora da superfície da molécula por uma cadeia lateral hidrofóbica não polar [10].

Para a análise das concepções prévias dos estudantes, bem como para a validação da ação pedagógica em questão, elaboramos um Questionário para Avaliação Prévia (QAP), o qual foi formado pelas seguintes perguntas:

- (1) O que você sabe sobre o processo de replicação da molécula de DNA?
- (2) O que você entende por transcrição do RNA?
- (3) O que você entende por tradução?
- (4) O que acontece com o principal produto da tradução logo após sua biossíntese?
- (5) Qual o papel do código genético?

(6) Qual a relação entre a alimentação e a tradução?

(7) Os pontos questionados acima já foram estudados por você em outras disciplinas? Quais?

O objetivo do QAP foi traçar um diagnóstico para melhor direcionar a ação pedagógica por meio da Sala de Aula Invertida, de modo a tornar o processo de ensino e aprendizagem mais adequado ao perfil da turma, no que concernem as bases acerca do conteúdo específico.

Para iniciar a abordagem por meio da SAI, elaboramos um roteiro orientador, explicando como seria a abordagem, como também trazendo uma situação problema com a finalidade de contextualizar o tema. Assim sendo, trouxemos o contexto da *Anemia Falciforme*, a fim de dialogar acerca dos processos envolvidos na síntese de proteínas, e em seguida, foram questionados quanto à natureza da Anemia Falciforme. Para aprofundamento conceitual acerca do conteúdo específico, disponibilizamos online uma apostila autoral na Plataforma AVA-Moodle institucional, juntamente com atividades e links para vídeos abordando o conteúdo (Apêndice A).

Para o processo avaliativo planejamos atividades individuais e coletivas. Para avaliação individual, os estudantes responderam questionários individuais, como também fizeram o envio de todas as atividades disponibilizadas online no Ava-Moodle institucional. No caso da produção coletiva, elaboramos uma atividade híbrida por meio de uma rotação por estações em sala de aula com o intuito de avaliar coletivamente os GTs, bem como mediar a aprendizagem cooperativa entre as equipes. Diante da grande quantidade de atividades desenvolvidas pelos estudantes no decorrer do processo de Sala de Aula Invertida, selecionamos as produções proveniente da Rotação por estações para avaliar no presente estudo. Uma síntese de toda ação pedagógica está apresentada no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 - Planejamento da ação com base na Sala de Aula Invertida

Momento da Ação	Percurso Metodológico	Objetivos
M1 (presencial)	Aplicação do Questionário para Avaliação Prévia (QAP)	Levantamento das concepções prévias dos estudantes para melhor direcionamento das aulas.
M2 (presencial)	Entrega de roteiro orientador problematizado contendo atividades; Leitura dirigida e debate.	Introdução ao conteúdo específico a partir de uma situação problema.
M3 (on-line)	Disponibilização de links de vídeos sobre a temática em questão no AVA-Moodle para introdução ao conteúdo específico.	Aprofundamento conceitual.
M4 (presencial)	Debate acerca de atividade do roteiro	
M5 (on-line)	Disponibilização de apostila autoral no AVA-Moodle, direcionada para a SAI.	
Momento 06 (presencial)	Rotação por estações	Processo Avaliativo; Levantamento das concepções finais dos estudantes.
M7 (on-line)	Disponibilização de atividade individual.	
M8 (presencial)	Debate Entrega da produção individual.	

FONTE: Própria.

2.3 Planejamento da Rotação por Estações

No modelo de rotação por Estações os estudantes são organizados em grupos, onde cada um realiza uma tarefa diferente, podendo ser com o mesmo tema, de acordo com os objetivos do professor, valorizando momentos de cooperação e interatividade, variando os recursos didáticos e digitais em um planejamento não sequencial, modificando o espaço e a condução de suas aulas, integrando pelo menos uma das estações com um espaço online de aprendizagem [11]. Após um tempo previamente combinado os grupos fazem o revezamento das estações, de forma que todos passem por todos os espaços. Na Figura 1, trazemos as estações que constituíram a atividade. Em seguida, trazemos os objetivos para cada estação, no que envolve a construção de conceitos acerca do conteúdo específico, bem como a descrição de cada

atividade.



Figura 1 – Rotação por Estações
FONTE: Própria.

2.3.1 Estação **CONSTRUIR**

Essa Estação teve o objetivo de trabalhar a utilização do código genético para a construção de sequências peptídicas, configurando uma atividade básica na temática em questão e que articula com outras disciplinas, tais como a Biologia Molecular e a Genética. Dessa forma, os estudantes nessa estação recebiam a seguinte orientação:

(1) *A partir das fitas de DNA codificadoras abaixo, construa as fitas moldes, os RNAm e RNAt transcritos e os peptídeos formados.*

- a) ATG CCT GCT GAC AGG GGG TGT TCC GAC TAA - Fita codificadora**
b) ATG ATT ACT GAA GGA CGC GAA GTG ACC TAT TGA - Fita codificadora

Todos os grupos receberiam um quadro com o código genético para escrever o nome dos aminoácidos.

2.3.2 Estação **ASSISTIR E SINTETIZAR**

A estação teve como objetivo possibilitar que os estudantes assistissem a um vídeo curto que resume como acontece todo o processo de síntese proteica. Os GTs, após assistirem ao vídeo, construíram resumos contendo os pontos considerados por eles como os mais relevantes do vídeo. Os

estudantes nessa estação recebiam a seguinte orientação:

(1) *Assistir ao vídeo **Do DNA à proteína** disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I> (acessado em 29/10/19);*

(2) *Discutir sobre os pontos que vocês consideraram mais importantes e elaborem um texto (resumo) com os pontos mais relevantes.*

2.3.3 Estação ESQUEMATIZAR

A estação Esquematizar foi desenvolvida com a intenção de proporcionar que os estudantes articulassem os conceitos biológicos trabalhados durante a disciplina. A ideia da construção de um esquema possibilita ao estudante visualizar o processo da Expressão Gênica de forma integral (desde os eventos de pré-replicação do DNA até o momento em que uma proteína está devidamente formada). Os GTs utilizaram conceitos disponibilizados no quadro de palavras e construíram um esquema orientado a partir das seguintes questões:

(1) *Construa um esquema conceitual para responder à seguinte pergunta: Como um gene pode determinar a síntese de uma proteína?*

(2) *Para a construção do seu esquema, utilize as palavras descritas no quadro abaixo. Não é necessário utilizar todas as palavras, e caso necessite, utilizem novas palavras.*

QUADRO 2 – Conjunto de palavras para a construção do esquema orientado

Expressão Gênica	Alongamento	Códon	Iniciação
DNA	Tradução	RNAr	Finalização
RNA	Histonas	RNAt	Fita molde
Enzimas	Proteínas	DNA polimerase	Código genético
Mutação	Replicação	Primase	Fator de transcrição
Transcrição	RNAm	Anti-códon	Aminoácido
Promotor	Primer	Helicase	Metionina

FONTE: Própria.

2.3.4 Estação CONTEXTUALIZAR

Essa estação teve como objetivo fazer com que os GTs resgatassem

conceitos biológicos trabalhados no decorrer da aplicação da ação pedagógica ligados diretamente à Expressão Gênica. Nessa Estação os discentes recebiam a seguinte orientação:

*Entende-se por mutação qualquer modificação súbita e hereditária no conjunto gênico de um organismo, não explicada pela recombinação da variabilidade genética preexistente. Todos os seres vivos sofrem mutações como resultado de funções celulares normais ou interações aleatórias com o ambiente. Essas mutações são denominadas espontâneas, e a sua frequência de ocorrência é característica para cada espécie. Qualquer base nitrogenada do DNA pode ser mutada. Uma **mutação pontual** envolve modificação em um único par de bases (**substituição**) ou em poucos pares de bases (**adição/inserção ou deleção**). A Anemia Falciforme é uma doença hereditária (herança dos pais para os filhos) caracterizada pela alteração dos glóbulos vermelhos do sangue, tornando-os parecidos com uma foice, daí o nome falciforme. Essa anomalia é causada pela troca de um aminoácido que compõe a hemoglobina. Durante a síntese proteica ao invés de produzir um glutamato uma valina é produzida.*

Considerando as informações contidas acima, comente sobre cada tipo de mutação pontual e identifique qual delas se encaixa no caso da Anemia Falciforme.

3. Resultados e discussão

3.1 Aplicação da Ação Pedagógica por meio da Sala de Aula Invertida

A ação pedagógica foi aplicada em conformidade ao que fora planejado no Quadro 1, numa turma de Bacharelado em Ciências Biológicas, no âmbito da disciplina de Bioquímica. Os estudantes foram divididos em quatro grupos de trabalho (GTs), os quais permaneceram os mesmos durante toda a intervenção. Assim sendo, nas produções coletivas os estudantes foram estimulados a uma forma de aprender pautada na cooperação, o que vem sendo demonstrado ser efetivo em aumentar o nível acadêmico dos estudantes e em desenvolver habilidades de trabalho em grupo [12]. Por outro lado, as produções individuais eram propostas de modo a favorecer a personalização

do processo de ensino e aprendizagem, corroborando com os princípios do Ensino Híbrido.

3.2 Avaliação das concepções prévias dos estudantes

A fim de comparar as vias de aprendizagens desenvolvidas pelos estudantes com as vias de aprendizagem esperadas (Validação Interna), se fez necessário conhecer as concepções prévias dos estudantes juntamente com os conhecimentos construídos por eles, partindo de experiências escolares por eles já vivenciadas, por meio do QAP (Questionário de Avaliação Prévia). Assim sendo, o QAP permitiu a condução da ação pedagógica a partir do perfil das respostas dos dezesseis estudantes, no que concerne reforçar os pontos onde observamos mais lacunas conceituais, bem como aprofundar nos pontos onde os estudantes demonstraram maior domínio acerca do conteúdo Expressão Gênica.

3.3 Avaliação da Ação Pedagógica

A avaliação da construção conceitual para a presente pesquisa teve como foco a análise da Rotação por Estações, a qual representou a atividade final elaborada por meio de uma produção coletiva onde avaliamos individualmente cada estação no que concerne a construção de conceitos referentes ao processo de síntese proteica. Nesse modelo são valorizados os momentos em que os estudantes possam trabalhar cooperativamente e individualmente [13]. Podem ser efetuadas atividades escritas, experimentais, análise de textos e vídeo, entre outras. Um ou mais grupos podem estar envolvidos com propostas online. É necessário desenvolver um espaço relevante de aprendizagem em que diferentes perspectivas sejam trabalhadas e discutidas na escola [14].

Para fins avaliativos, os estudantes foram codificados em E1 a E16, e os grupos de trabalho em GT1, GT2, GT3 e GT4, da seguinte forma: **GT1:** E1; E2; **GT2:** E3, E4, E5, E6; **GT3:** E7, E8, E9, E10, E11; **GT4:** E12, E13, E14, E15, E16.

3.2.1 Estação CONSTRUIR

Para responder à questão os estudantes precisaram refletir acerca do processo da Expressão Gênica discutido na disciplina, onde cada etapa da resolução da questão diz respeito aos eventos que ocorrem durante a Expressão Gênica (replicação, transcrição e tradução). Além disso, a questão chama atenção para a característica de o código genético ser degenerado, visto que mais de um códon pode codificar o mesmo aminoácido. Os GTs construíram os pontos solicitados na questão e utilizaram o quadro do código genético para representar os aminoácidos expressados por cada trinca de nucleotídeos.

Ao analisar as respostas, pudemos perceber que três GTs responderam corretamente (GT1, GT3, GT4) e apenas um (GT2) estava parcialmente correto considerando os conceitos descritos por Snustad [15]. Segundo Snustad [15] o código genético tem a capacidade de traduzir qualquer sequência de códons, de modo que esta é a forma para determinar qual aminoácido será codificado em uma sequência de aminoácidos. Neste código, três códons (AUG, UGA, UAA) não codificam aminoácidos, sendo estes chamados códons de terminação ou stop códons. Quando um texto Scorpions aparece em uma sequência de RNAm, ele sinaliza que a síntese da cadeia peptídica codificada por aquele RNAm está completa.

3.2.2 Estação ASSISTIR E SINTETIZAR

Nessa estação, os estudantes puderam assistir a um vídeo online, de curta duração, mas que apresentava se forma resumida todas as etapas da síntese protéica. O vídeo utilizado na estação tem em média três minutos de duração e aborda de forma simples e resumida o processo que ocorre desde a replicação da molécula do DNA até a formação de uma proteína funcional.

Ao analisar as respostas, o GT1 traçou um comentário pertinente com o conteúdo apresentado no vídeo em questão, incluindo concepções construídas durante o processo de construção conceitual, com algumas fragilidades no que concerne a escrita do texto. O conteúdo descrito na resposta não fez um aprofundamento quanto aos processos bioquímicos, trazendo um comentário

amplo do processo. Os pontos relevantes são pertinentes ao tema e ao vídeo.

Na resposta do GT2, o grupo resume bem os eventos apresentados no vídeo. Todavia, ao tentar buscar se aprofundar em alguns pontos, evidenciamos algumas lacunas conceituais, como no trecho: “*Existem 10 tipos de aminoácidos, as moléculas do RNAt leva os aminoácidos até os ribossomos e três bases são lidas por vez depois formando uma corrente de aminoácidos*”. Nessa afirmação há um equívoco quanto ao número de aminoácidos, bem como a utilização do termo “corrente” para descrever as ligações peptídicas. Quanto aos pontos mais relevantes, citaram apenas “*forma tridimensional*” sem atrelar a nenhuma conformação molecular, o que configura uma lacuna conceitual.

Na resposta do GT3, o grupo foca em eventos específicos, numa sequência coerente, embora a visão do processo de forma sistêmica não esteja muito clara. Todavia, foram abordados eventos pertinentes com o vídeo em questão. Quanto aos pontos mais relevantes, apenas a *produção de proteínas* estaria adequada, ademais, o grupo cita palavras desconexas, tratando-se, portanto de lacunas conceituais.

Por fim, o GT4 aborda apenas uma passagem do vídeo, sem uma visão do processo todo, não estando em conformidade com o que fora abordado. Quanto aos pontos mais relevantes, o GT cita conceitos aleatórios e desconexos, mas que estão presentes na passagem do vídeo que eles descreveram.

De maneira geral, nessa estação, os grupos GT1 e GT2 abordaram de forma mais sistêmica o processo abordado no vídeo em questão, enquanto o GT3 tenta se aproximar dessa percepção. Apenas o GT4 trouxe apenas alguns eventos presentes no processo, sem resumir o processo na sua integralidade.

Com base em Snustad [15], a replicação do DNA é o processo onde ocorre a separação das fitas parentais e a produção de duas novas fitas, tendo as fitas parentais como molde e cada nova molécula de DNA contém uma fita parental e uma fita recém-sintetizada caracterizando a replicação semiconservativa. Transcrição é o processo de formação de moléculas de RNA a partir de uma molécula molde de DNA. Diferentemente do processo de replicação do DNA, na transcrição apenas uma das moléculas de DNA participará do processo. Na realidade, apenas uma parte desta molécula, ou

seja, apenas um segmento específico será transcrito, conhecido como unidade transcricional. O processo de transcrição ocorre em três etapas: iniciação, alongamento e término. Iniciação é a etapa referente à montagem do aparato de transcrição no promotor do gene e o início da síntese de RNA. Nesta etapa ocorre reconhecimento do promotor, formação da bolha de transcrição, ligação do primeiro nucleotídeo à molécula de RNA em formação; Alongamento é a etapa seguinte ao início da transcrição onde a RNA polimerase sofre uma mudança na conformação e não é mais capaz de se ligar a sequências consenso do promotor; Término é a finalização do processo da transcrição, com a separação da molécula de RNA recém-sintetizada do DNA molde. A tradução é um processo de formação de moléculas de proteínas a partir de sequências de nucleotídeos existentes em moléculas de RNAm, seguindo as especificações do código genético. Durante a síntese proteica, que ocorre nos ribossomos, a participação da molécula de RNAm é transcrita a partir do DNA.

3.2.3 Estação ESQUEMATIZAR

Conforme observado nos ECPLs elaborados, percebemos que os grupos GT1, GT2 e GT4 apresentaram a sequência de eventos baseada no dogma central da Biologia Molecular, apresentado os eventos de forma sistêmica, fornecendo assim uma visão do todo, sem que haja um aprofundamento das partes isoladas na tradução. Apenas o GT3 trouxe um breve recorte de uma das fases do processo de síntese de proteínas a partir de um gene. Tal fato configura uma lacuna conceitual, visto que não responde à pergunta norteadora para o ECPL em questão. A pouca familiarização com a elaboração de esquemas conceituais também pode configurar uma dificuldade dos estudantes no que concerne a elaboração de uma resposta esquematizada no lugar de uma textual, a qual estão mais habituados.

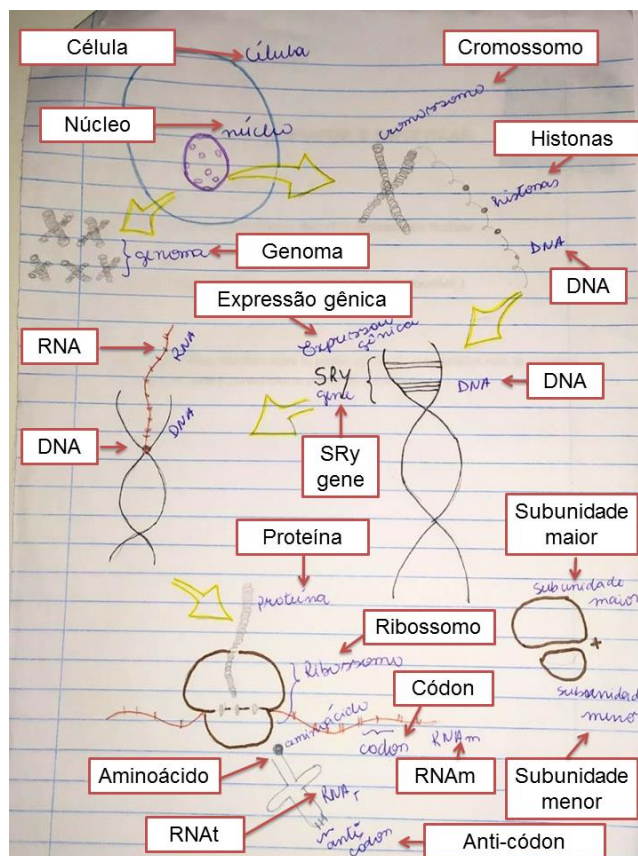
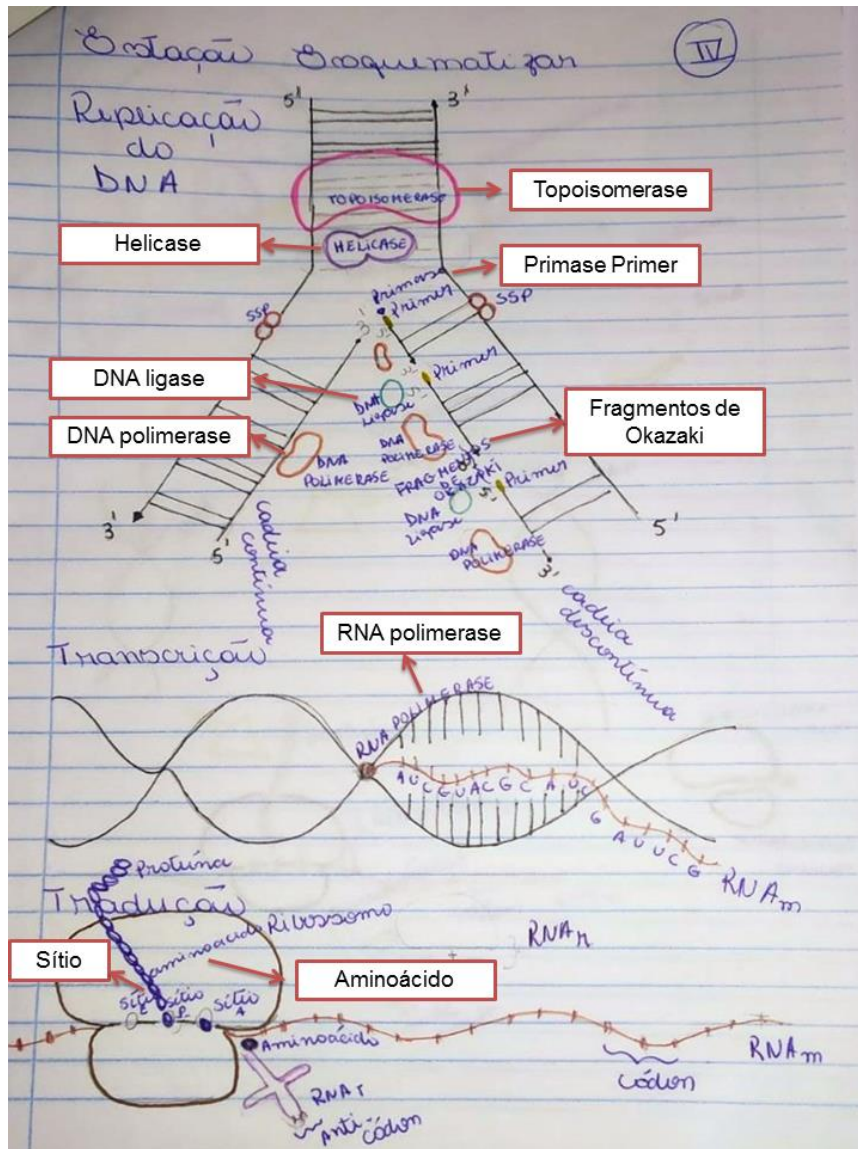


Figura 2 – ECPL elaborado pelo GT1
FONTE: Própria.



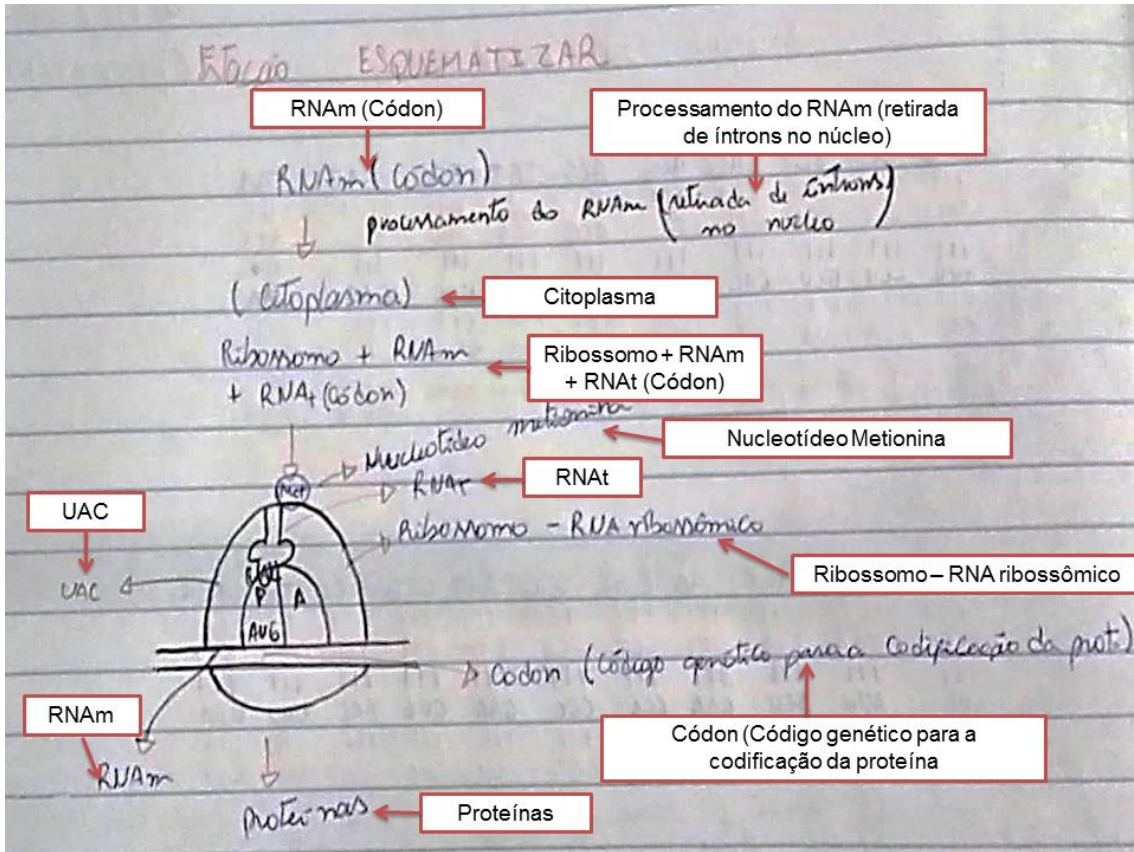


Figura 4 – ECPL elaborado pelo GT3
 FONTE: Própria.

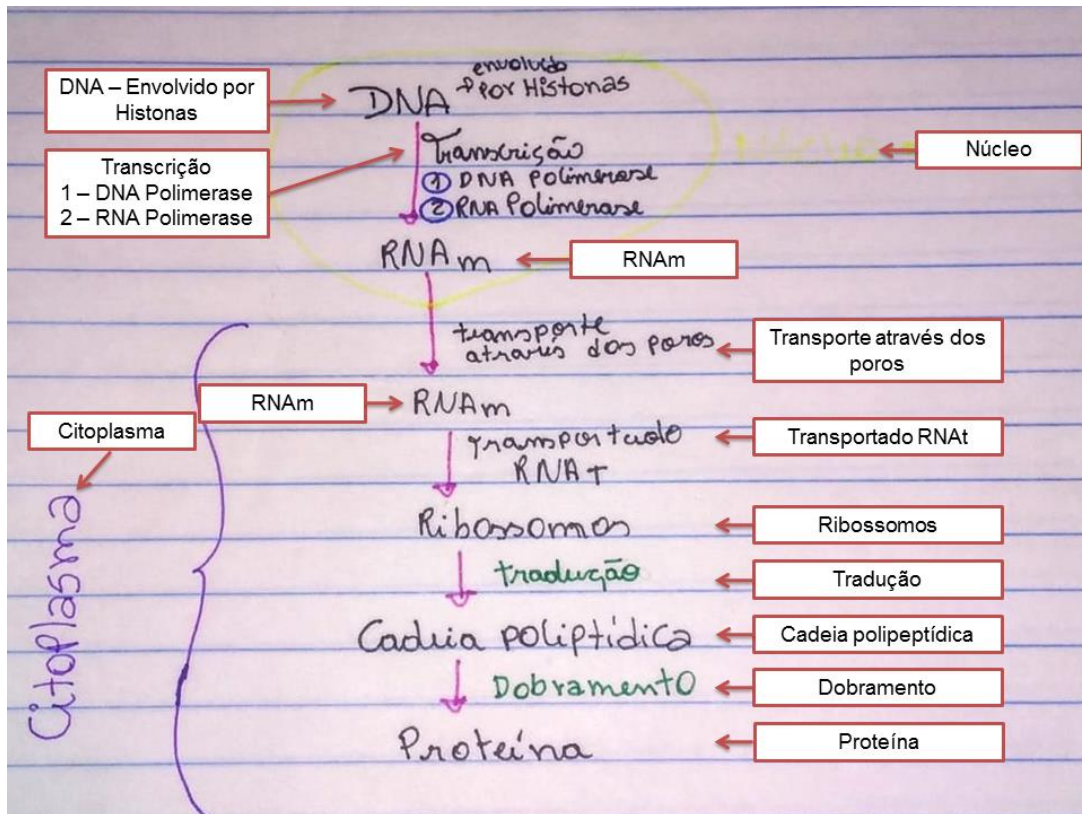


Figura 5 – ECPL elaborado pelo GT4
 FONTE: Própria.

3.2.4 Estação **CONTEXTUALIZAR**

A resolução dessa questão deu-se com a explicação de como ocorre cada um dos tipos de mutação pontual. A questão em si tinha como objetivo fazer com que os GTs resgatasse conceitos biológicos trabalhados no decorrer da aplicação da ação pedagógica ligados diretamente à Expressão Gênica. Nessa Estação os discentes recebiam a seguinte orientação:

Entende-se por mutação qualquer modificação súbita e hereditária no conjunto gênico de um organismo, não explicada pela recombinação da variabilidade genética preexistente. Todos os seres vivos sofrem mutações como resultado de funções celulares normais ou interações aleatórias com o ambiente. Essas mutações são denominadas espontâneas, e a sua frequência de ocorrência é característica para cada espécie. Qualquer base nitrogenada do DNA pode ser mutada. Uma **mutação pontual** envolve modificação em um único par de bases (**substituição**) ou em poucos pares de bases (**adição/inserção ou deleção**). A Anemia Falciforme é uma doença hereditária (herança dos pais para os filhos) caracterizada pela alteração dos glóbulos vermelhos do sangue, tornando-os parecidos com uma foice, daí o nome falciforme. Essa anomalia é causada pela troca de um aminoácido que compõe a hemoglobina. Durante a síntese proteica ao invés de produzir um glutamato uma valina é produzida. *Considerando as informações contidas acima, comente sobre cada tipo de mutação pontual e identifique qual delas se encaixa no caso da Anemia Falciforme.*

De forma geral, os GTs definiram por tópicos cada tipo de mutação pontual e identificaram qual delas se encaixa no caso da Anemia Falciforme. Com base em Brown [16], mutações gênicas são modificações nos nucleotídeos de DNA de um organismo. Elas podem ser de substituição, adição (inserção) ou deleção. As inserções e deleções consistem na adição ou deleção de um ou alguns nucleotídeos. O principal problema desses tipos de mudanças é que afetam a matriz de leitura. Os nucleotídeos do RNA mensageiro são lidos de três em três durante a tradução. Quando adicionamos ou deletamos nucleotídeos à matriz, a leitura muda do ponto da adição ou deleção até o códon de parada. A mutação por substituição consiste na troca de um nucleotídeo por outro. Ela se dá em dois tipos: transições ou

transversões. Nas transições uma Purina é trocada por outra Purina, ou uma pirimidina por outra pirimidina; Numa transversão, uma Purina é trocada por uma pirimidina ou vice-versa.

De acordo com a Biologia Molecular, a Anemia Falciforme caracteriza-se por uma mutação no cromossomo 11, que resulta na substituição do ácido glutâmico por valina, na posição 6 da cadeia β , ocasionando a formação de hemoglobina S. Eritrócitos com esse conteúdo de hemoglobina perdem suas funções por hipóxia e apresentam a forma característica de “foice”, daí o nome da doença falciforme [17]. Todos os GTs responderam ao questionamento de forma correta, porém o GT3 em comparação aos GT1, GT2 e GT4 trouxe mais detalhes na elaboração de sua resposta, como nas afirmações a seguir: *“esta nova sequência pode modificar o tipo de aminoácido presente na cadeia proteica, alterando a função da proteína ou inativando a expressão fenotípica”* e *“não alteram a composição das proteínas que codificam, mas pode causar mudanças na proteína por ele modificada, desde a alteração de um único aminoácido, até a alteração completa da proteína”*.

4. Considerações finais

O desenvolvimento da presente pesquisa utilizando a Sala de Aula Invertida contribuiu para a consolidação da aprendizagem de conceitos da Bioquímica referentes a todos os processos que envolvem a síntese de proteínas e que fazem parte do estudo da Biologia e de cursos da área da saúde. Um dos intuitos da aplicação das ações pedagógicas foi proporcionar que os discentes deixassem de ser meros espectadores e assumissem a responsabilidade pela construção do próprio aprendizado. Esse protagonismo do estudante possibilita que o professor deixe de ser o único detentor do saber e assuma o papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem. Um professor mediador apresenta casos ligados ao conteúdo curricular para serem resolvidos pelos estudantes de forma individual e coletiva abrindo caminho para novas discussões a respeito do tema trabalhado e de temas correlacionados.

A utilização da Sala de Aula Invertida possibilitou a otimização do tempo durante as aulas. Os estudantes recebiam textos, vídeos e atividades de

aprofundamento sobre o conteúdo específico através do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-Moodle) e já chegavam à sala de aula com questionamentos acerca do tema. Os estudantes, nas suas atividades, puderam discutir sobre os temas, se aprofundar na situação de cada contexto, estabelecer conceitos relacionados ao contexto trabalhado em cada questão e além desse aprendizado cooperativo, os estudantes puderam fazer suas conexões individuais onde cada um deles traçou o seu próprio caminho dentro dos temas da situação problema.

5. Referências

[1] Manguiera ST IPD. Importância do ensino de Bioquímica para formação dos Profissionais dos cursos de ciências biológicas e da Saúde. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, 2015. Disponível em: <<http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2015/samoel-tharcisio-i-p-diniz-manguiera.pdf>>. Acesso em 07/10/20.

[2] Santos L, Oliveira K, Alves A. Sala de aula invertida e novas tecnologias: uma nova proposta de ensino, 2016. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/enfope/article/viewFile/2169/707>>. Acesso em 11/10/20.

[3] Bergmann J, Sams A. Flip your classroom: reach every student in every class every day. USA: ISTE, 2012.

[4] Tarnopolsky O. Constructivist blended learning approach to teaching english for specific purposes. Berlin: De Gruyter Open, 2012.

[5] Chistensen CM, Horn MB, Staker H. Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. São Paulo: Clayton Christensen Institute, 2013.

[6] Moreira H, Caleffe LG. Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

[7] Creswell JW. Exploring the dialectic tensions in the discourse in mixed methods: What is mixed methods research? Paper presented at the QI2007 Conference, Urbana-Champaign, IL, 2007.

[8] Teixeira PMM, Megid Neto J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. Ciên. Educ., Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

- [9] Oliveira MM. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis: Vozes, 2007.
- [10] Delvin TM. Manual de bioquímica com correlações clínicas; tradução Yara M. Michelacci. São Paulo: Editora Blücher, 2007.
- [11] Torres PL, Alcantara PR, Irala EAF. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.13, p.129-145, 2004.
- [12] Bacich L; Neto AT, Trevisani FM. Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.
- [13] Soares GO, Solner TBB, Merlugo CD, Peixoto SC. Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: a temática água em uma rotação por estações. Rev. Cient. Schola, v. III, n. 1, 2019.
- [14] Oliveira C, Moura SP, Sousa ER. TIC's na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. Pedagogia em Ação, v. 7, n. 1, 2015. p. 75-95.
- [15] Snustad DP. Fundamentos de Genética. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- [16] Brown TA. Genética, um enfoque molecular. 3 Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1999.
- [17] Nuzzo DVP, Fonseca SF. Anemia falciforme e infecções. J. Pediatr. (Rio J.) [online], 2004.

6. APÊNDICE A - APOSTILA



**EXPRESSÃO GÊNICA E
BIOSSÍNTESE PROTÉICA**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ESTRUTURA DO MATERIAL GENÉTICO

Em 1968, Johann Friedrich Miescher isolou uma substância ácida tratando, células do pus de bandagens usadas para cobrir feridas humanas, com pepsina, que é uma enzima proteolítica que pode ser isolada do estômago de porcos. Essa substância foi denominada de nucleína; apresentava grandes quantidades de nitrogênio e fósforo e, na época, a sua importância não pode ser avaliada. A existência de cadeias polinucleotídicas, os principais componentes do material ácido, só foi documentada na década de 1940. O papel dos ácidos nucleicos na estocagem e transmissão de informações genéticas só foi estabelecido em 1944 e a estrutura da dupla hélice só foi descoberta em 1953 e muitos geneticistas estavam relutantes em aceitar a ideia de que os ácidos nucleicos, e não as proteínas, tinham a informação genética, pois os ácidos nucleicos exibiam menos variabilidade estrutural que as proteínas.

O DNA é formado de monômeros denominados de nucleotídeos. Cada nucleotídeo é formado por uma base nitrogenada, um açúcar e um resíduo de ácido fosfórico ligados de forma covalente. As bases nitrogenadas podem ser de dois tipos: pirimidinas e purinas. As pirimidinas: citosina (C), timina (T), apresentam um anel aromático e as purinas: adenina (A) e guanina (G), são compostas de dois anéis aromáticos.

O açúcar é uma pentose, a 2-desoxirribose que estabelece uma ligação glicosídica entre o seu carbono C-1' e o nitrogênio N-1 das pirimidinas ou o nitrogênio N-9 das purinas, portanto uma ligação N-glicosídica. O ácido fosfórico se liga ao carbono C-5' da pentose através de uma ligação éster. O composto formado apenas por uma das bases nitrogenadas e a pentose, ligados de forma covalente, é denominado de nucleosídeo. Os ácidos nucleicos são produzidos a partir da polimerização de nucleotídeos. A ligação entre esses monômeros envolve a formação de duas ligações éster pelo ácido fosfórico com os grupos hidroxila dos carbonos C3' e C5' de nucleotídeos adjacentes que é denominada ligação 3', 5'- fosfodiéster.

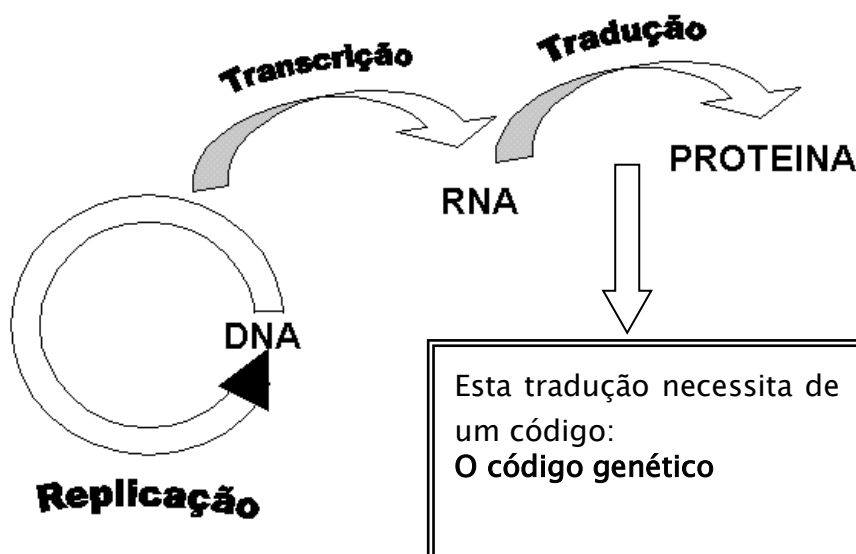
A cadeia resultante, esqueleto açúcar-fosfato ou hélice, apresenta polaridade, com uma extremidade 5' que possui o grupo fosfato, e a outra extremidade 3' que apresenta a hidroxila livre. As bases nitrogenadas se posicionam em eixos perpendiculares ao esqueleto açúcar-fosfato. A característica mais importante da estrutura dos ácidos nucleicos é a sequência de bases nitrogenadas. Análises da composição química do DNA de muitos organismos diferentes, realizadas por Erwin Chargaff e colaboradores (1949-1953), demonstraram que a concentração de timina era sempre igual à de adenina e a concentração de citosina era sempre igual à de guanina. Seus resultados também mostraram que a concentração total de pirimidinas era sempre igual à de purinas o que sugeria uma inter-relação entre essas bases nitrogenadas. Em contraste, a quantidade de pares A-T e C-G variava amplamente nos DNAs de espécies diferentes. Estudos cristalográficos de raios X sobre a estrutura do DNA realizados por Maurice Wilkins, Rosalind Franklin e seus colaboradores, indicaram que o DNA era uma estrutura bi filamentar altamente ordenada com subestruturas repetidas espaçadas em 0,34 nm (1 nm = 10⁻⁶mm), com 10 pares de bases por volta que se estendem ao longo do seu comprimento.

Baseando-se nos dados químicos de Chargaff, nos dados de difração de raios X de Maurice Wilkins e Rosalind Franklin (1949) e nas deduções a partir da construção do modelo James Dewey Watson e Francis Crick propuseram que o DNA se apresenta como uma dupla hélice enrolada em uma espiral dextrogiro (α -hélice). Os dois filamentos polinucleotídicos são mantidos juntos em sua configuração helicoidal por pontes de hidrogênio que se estabelecem entre as bases nitrogenadas de filamentos opostos. Em suas configurações estruturais estáveis, adenina e timina formam duas pontes de hidrogênio e guanina e citosina formam três pontes de hidrogênio. 2. Genética Molecular 61 Figura 3 – Filamento polinucleotídico. Fonte: Gardner, E.J.; Snustad, D.P. modificado por Pessoa, H.L.F. Figura 4 – Pareamento de bases nitrogenadas complementares.

Os dois filamentos ou fitas de uma dupla hélice de DNA são denominados de complementares e, devido ao pareamento específico podemos determinar a sequência de bases de um filamento a partir da sequência conhecida do filamento complementar. Os esqueletos açúcar-fosfato dos dois filamentos complementares são antiparalelos, por apresentarem polaridade oposta que tem um papel importante na replicação, transcrição e recombinação do DNA. A estabilidade da dupla hélice de DNA se deve, em parte, ao grande número de pontes de hidrogênio entre os pares de base de filamentos opostos e em parte às ligações hidrofóbicas (ou forças de empilhamento) entre pares de bases adjacentes. Os lados planares dos pares de bases são relativamente não polares e, portanto, tendem a ser insolúveis em água (hidrofóbicos), o que contribui para uma considerável estabilidade das moléculas de DNA presentes nos protoplasmas aquosos das células vivas.

BIOSSÍNTESE PROTEÍCA

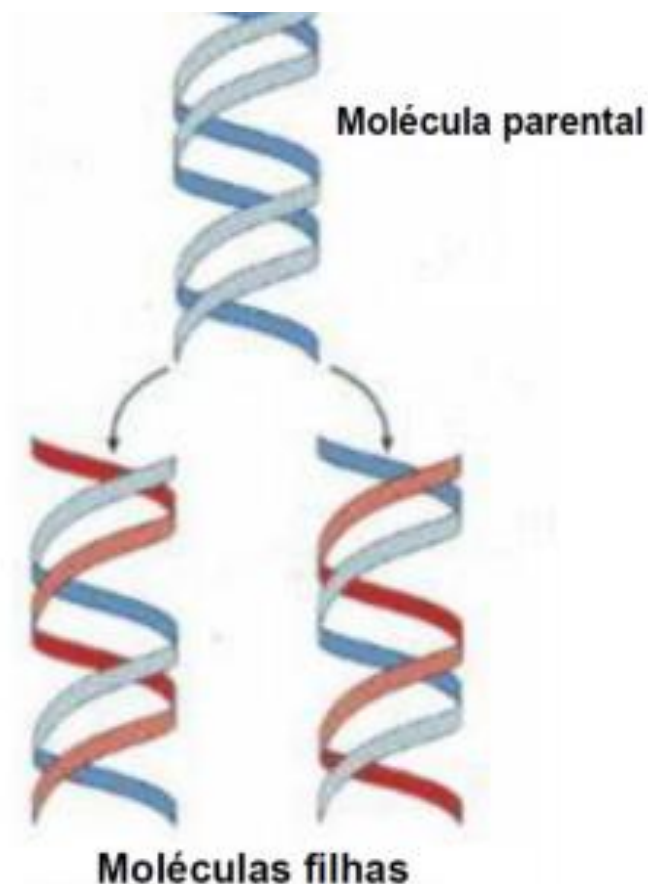
A informação genética, armazenada nos cromossomos e transmitida para as células-filhas pela replicação do DNA, é expressa pela transcrição para o RNA, sendo subsequentemente traduzida nas cadeias polipeptídicas.



Replicação

A replicação do DNA envolve a separação das duas fitas parentais e a produção de duas novas fitas, tendo as parentais como molde. Cada nova molécula de DNA contém uma fita parental e uma fita recém-sintetizada, caracterizando a replicação semiconservativa (Figura 1). O processo de replicação é complexo e envolve a participação de várias proteínas e enzimas que atuam de forma coordenada para garantir uma fidelidade considerável.

Figura 1: Replicação semiconservativa da molécula de DNA

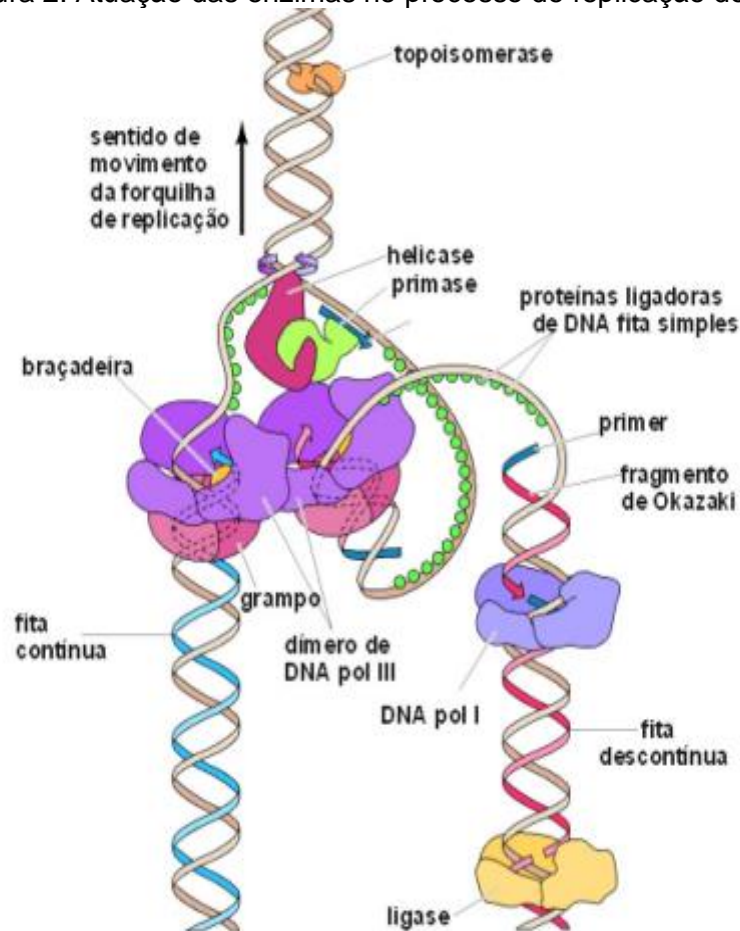


FONTE: Adaptado de: <http://e-portfolio-biologia.blogspot.com/2008/10/replicao-do-dna_12.html>

A separação dos dois filamentos de DNA é realizada pela enzima DNA helicase. Esta enzima desenrola as duas fitas que compõem a dupla-hélice, quebrando as pontes de hidrogênio estabelecidas entre as bases complementares de cada uma das fitas. 2. Genética Molecular 65 As regiões de fita simples são estabilizadas pelas proteínas de ligação de fita simples (SSB) que protegem essas regiões de sofrer hidrólise pelas nucleases. De modo a aliviar a tensão provocada pela torção da cadeia dupla durante o seu desenrolar pela helicase, a enzima DNA topoisomerase I se associa com a cadeia parental a montante da helicase. Esta enzima catalisa quebras transitórias das ligações fosfodiéster em um dos filamentos fornecendo um eixo de rotação que permite que os segmentos de DNA em lados opostos da quebra

girem independentemente, com o filamento intacto servindo como eixo. As topoisomerases I são extremamente eficientes, pois armazenam a energia resultante da clivagem das ligações fosfodiéster para serem reaproveitadas para recompor o filamento. Já foram descritas 5 DNA polimerases de *E. coli*, as DNA polimerases II, IV e V não são necessárias para a replicação e estão envolvidas em mecanismos de reparo de danos ao DNA. As DNA polimerases catalisam a adição de nucleotídeos ao filamento em crescimento da extremidade 5' para a 3'. No terminal 5' do açúcar há um grupo fosfato e no 3' existe uma hidroxila livre onde se estabelece a ligação fosfodiéster com o nucleotídeo que está sendo incorporado. Observou-se que as DNA polimerases não são capazes de catalisar a síntese desde o início, elas necessitam de um pequeno filamento de nucleotídeos, um oligonucleotídeo iniciador, ao qual ela adiciona os nucleotídeos seguintes. Esse oligonucleotídeo iniciador é de RNA, copiado de forma complementar à fita molde de DNA pela RNA primase. As DNA polimerases, para realizarem o processo de polimerização, necessitam também dos quatro desoxirribonucleotídeos trifosfato (dTTP, dATP, dGTP e dCTP) e de Mg^{2+} . A DNA polimerase III é um complexo enzimático com 10 subunidades responsável pela polimerização 5'→3' da fita de DNA recém-formada. Esta holoenzima apresenta, ainda, a atividade 3'→5' exonucleásica que permite que nucleotídeos incorretos adicionados sejam prontamente removidos, um por vez, durante a replicação e substituídos por nucleotídeos corretos, mecanismo de revisão e reparo. A DNA polimerase I tem a função de reparar e remendar o DNA danificado e para tanto apresenta as atividades; polimerásica 5'→3' e exonucleásica 3'→5' e 5'→3', esta última permite que vários nucleotídeos sejam removidos durante o reparo. Durante o processo de replicação do DNA, uma das fitas novas é formada continuamente na direção 5'→3' (fita líder) e a outra de maneira descontínua e no sentido inverso para manter a mesma direção 5'→3' (fita retardatária). A fita descontínua é replicada através de **fragmentos de Okasaki** (1000 a 2000 nucleotídeos). Cada um desses fragmentos apresenta, além do DNA recém-sintetizado, um RNA iniciador que será substituído por desoxirribonucleotídeos pela DNA polimerase I e a DNA ligase reconstituirá a nova fita. O filamento líder possui apenas um RNA iniciador que também será substituído pela DNA polimerase I (Figura 2).

Figura 2: Atuação das enzimas no processo de replicação do DNA



FONTE: <www.enq.ufsc.br/.../genetica/DNA.html>

Sobre a replicação:

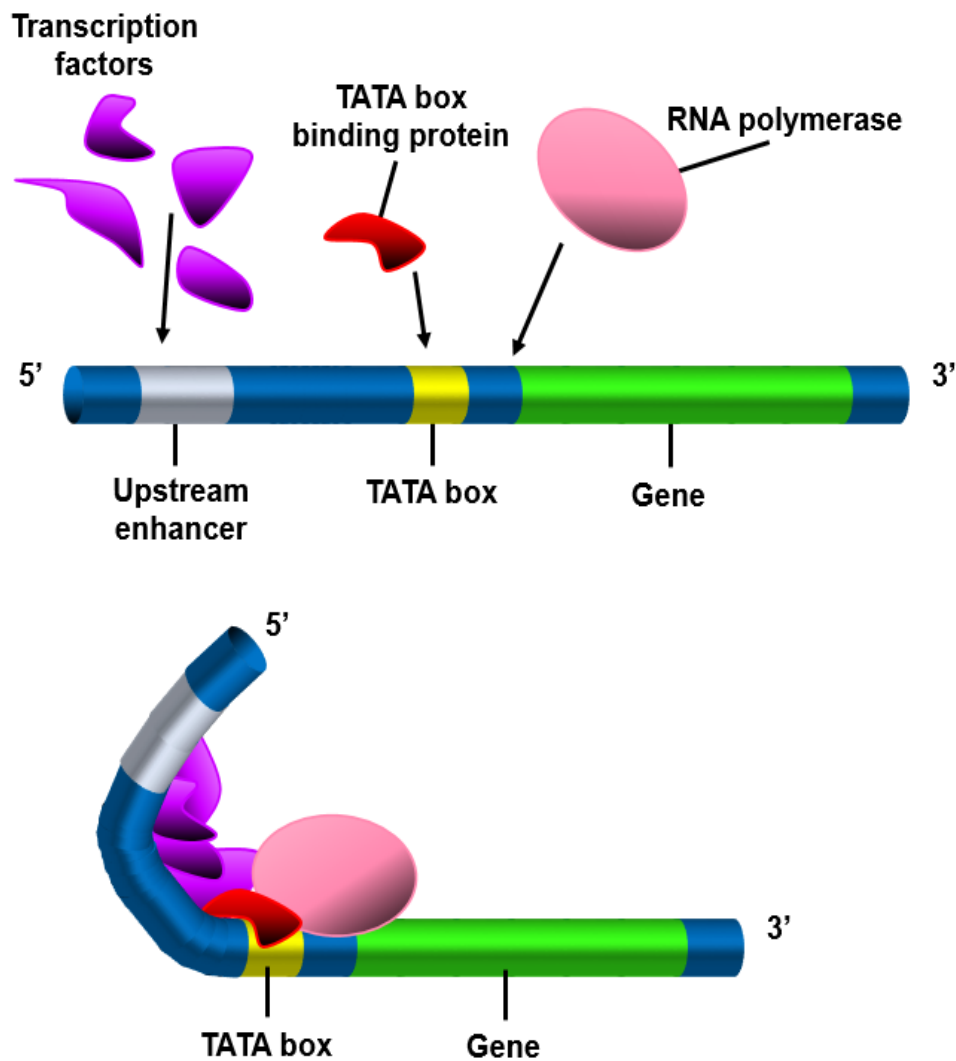
- Nos cromossomos circulares de bactérias, a replicação começa num local denominado ORIGEM, onde as proteínas ligam-se ao DNA e dissociam-se num processo envolvendo gasto de ATP. A polimerização ocorre em ambos os sentidos.
- Os pontos onde os filamentos parentais se separam e os novos filamentos são produzidos são chamados **FORQUILHA DE REPLICAÇÃO**.
- A replicação começa em vários pontos nos 46 cromossomos no núcleo de cada célula humana.

Transcrição

A transcrição é o processo de conversão da informação genética que fica armazenada no DNA em uma forma mais ativa o RNA. Esse processo se inicia na região chamada de promotor onde existe uma sequência de bases que é reconhecida por proteínas específicas.

Em bactérias: elementos -10 e -35

Em eucariontes: sequência TATAbox



Os produtos da transcrição são:

- RNAt

É o mais leve dos três e encarregado de transportar os aminoácidos que serão utilizados na síntese de proteínas.

- RNAr

É o de maior peso molecular e constituinte majoritário do ribossomo, **organoide relacionado à síntese de proteínas na célula.**

- RNAm

É o de peso molecular intermediário e atua conjuntamente com os ribossomos na síntese proteica

Tradução

A síntese de proteínas ou tradução corresponde à etapa final da transferência de informação genética, armazenada no DNA, para as moléculas de proteínas, que são os principais componentes estruturais e funcionais das

células vivas. Durante a tradução essa informação, expressa em um RNA, é utilizada para comandar a síntese de uma proteína.

O processo de tradução envolve três componentes principais: o RNA mensageiro (RNAm) que contém a informação necessária para direcionar a síntese de proteínas, o RNA de transferência (RNAt) que carregam os aminoácidos que serão incorporados à proteína e os ribossomos que reúnem o RNAm e o RNAt, de modo a permitir que o aminoácido correto seja incorporado à proteína. A tradução começa próximo à extremidade 5', que corresponde ao terminal amino da proteína e prossegue em direção à extremidade 3' do RNA, que corresponde à região terminal carboxila da proteína.

INICIAÇÃO

- ✓ O primeiro aminoácido em qualquer novo peptídeo a ser produzido é a metionina que é inserido por um **RNAt iniciador**;
- ✓ RNAm liga-se à unidade 30 S do ribossomo, a ligação é estimulada pelo **Fator de iniciação IF3**;
- ✓ O RNAm para-se à uma sequência de bases do RNAr. Dois códons ficam expostos em dois sítios do ribossomo. Um no **sítio P (peptídico)** e um no **sítio A (aminoacil)**. O códon do sítio P é **AUG**, o outro depende do aa a ser incorporado;
- ✓ O **fator de iniciação IF2** liga-se ao GTP e ao iniciador **tRNA^{fMet}** e estimula a ligação de **tRNA^{fMet}** ao complexo de iniciação, levando o **tRNA^{fMet}** para o **sítio P**;
- ✓ Uma proteína ribossômica separa o GTP ligado ao **IF2**, ajudando a ativar a montagem das duas subunidades ribossômicas. Nesta etapa, os fatores **IF2 e IF3** são liberados.

ELONGAÇÃO

- ✓ O 2º RNAt carregado se liga ao **sítio A** com a ajuda de um fator de alongamento, EF-Tu. Para obter isto, o EF-Tu primeiro se liga ao GTP. Este complexo ativado EF-Tu-GTP liga-se ao tRNA. Em seguida, a hidrólise de GTP do complexo em GDP ativa a ligação do aminoacil-tRNA ao sítio A, onde o EF-Tu é liberado, deixando o novo tRNA no sítio A;
- ✓ A enzima **peptidil transferase (ou sintetase)**, que faz parte da unidade 50 S, promove a ligação peptídica entre os 2 aa's;
- ✓ O dipeptídeo solta-se do 1º tRNA (o tRNA^{fMet}) e fica preso somente ao 2º tRNA, no **sítio A**. O 1º tRNA^{fMet} é ejetado.
- ✓ **Translocação ou translação:** o conjunto '**RNAM + RNAT + dipeptídeo**' se move de A para P. Esta etapa é mediada por fatores de alongamento EF-G e energia.
- ✓ Um 3º tRNA carregado, correspondendo ao 3º códon do mRNA, se liga ao códon que ocupa agora o sítio A, desocupado pelo conjunto.

- ✓ **O processo se repete.** Novos ribossomos se acoplam no início da fita de mRNA (extremidade 5') e se movem na direção 5'-3', sintetizando novas cadeias de aa.

TERMINAÇÃO

Ocorre quando um dos 3 códons UAA, UGA, UAG, de terminação move-se para o sítio A. Os fatores de liberação reconhecem os códons de terminação E induzem a liberação da proteína recém sintetizada

Componentes necessários para a tradução

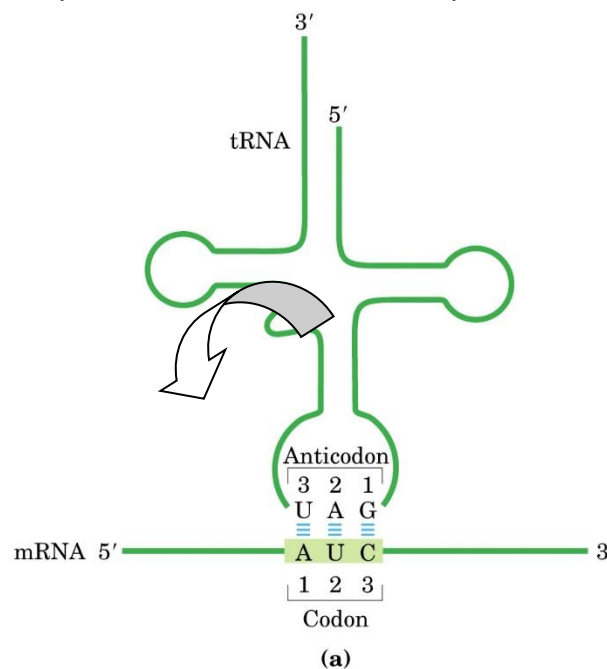
1. Aminoácidos

Todos os aminoácidos que irão aparecer na proteína final precisam estar presentes no momento da síntese protéica.

2. RNAt

Cada molécula de RNAt possui um **sítio de ligação para um aminoácido** específico na sua extremidade 3'.

Cada RNAt também contém uma seqüência de nucleotídeos de 3 bases – o **anticódon** – que reconhece um códon específico no RNAm.



3. Aminoacil-RNAt sintetases: Família de enzimas necessárias para a ligação dos aminoácidos aos seus RNAt correspondentes.

4. RNAm: Molde para a síntese da cadeia polipeptídica desejada.

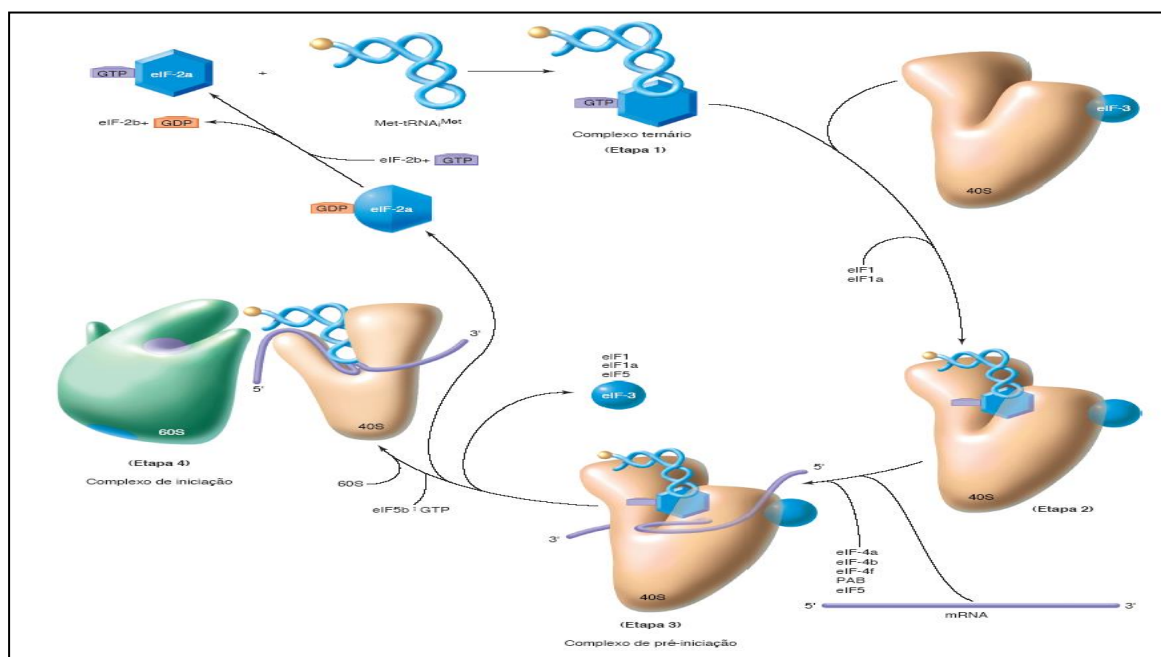
5. **Ribossomos funcionalmente competentes:** Complexos de proteínas e de RNAr. Apresentam 3 sítios de ligação para as moléculas de RNAt – os sítios **A**, **P** e **E** – cada um dos quais se estende através de ambas as subunidades.
6. **Fatores proteicos:** Catalise, estabilização dos mecanismos de síntese.
7. **Fontes de energia – ATP e GTP:** A clivagem de 4 ligações de alta energia é necessária para a adição de um aminoácido na cadeia polipeptídica em crescimento.

Reconhecimento dos códons pelo RNAt

- O reconhecimento de um determinado códon em uma sequência de RNAm é feito pela **sequência do anticódon do RNAt**.
- A ligação do anticódon do RNAt ao códon do RNAm segue as regras da ligação **complementar e antiparalela**.
- O mecanismo pelo qual o RNAt pode reconhecer mais de um códon para um determinado aminoácido é descrito pela **hipótese da “oscilação”**.

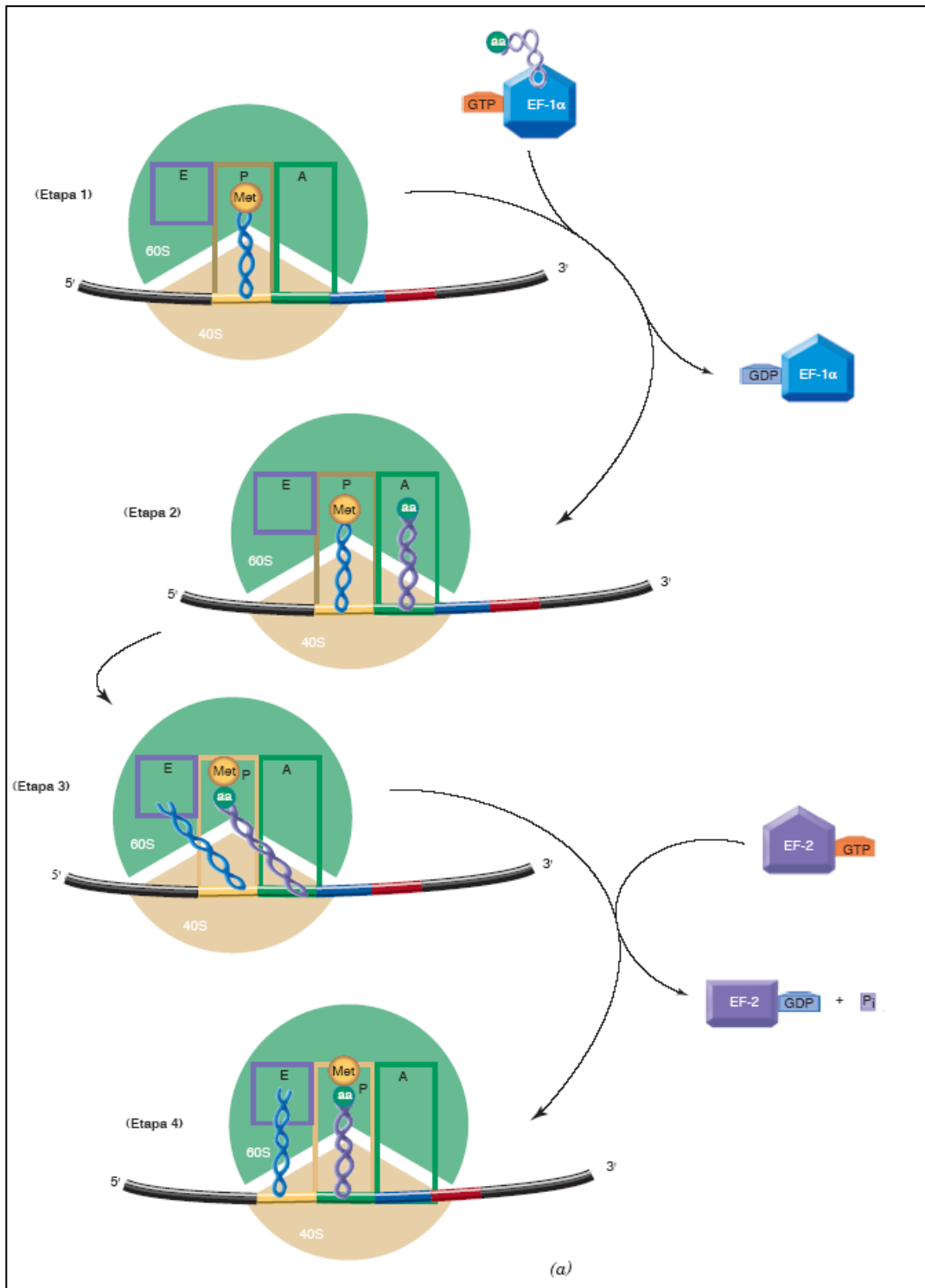
ATRAVÉS DAS PRÓXIMAS FIGURAS COMENTADAS, PODEREMOS OBSERVAR E ENTENDER COM MAIS DETALHES ESTE MECANISMO!!!

1º PASSO: Iniciação da Tradução em Eucariontes



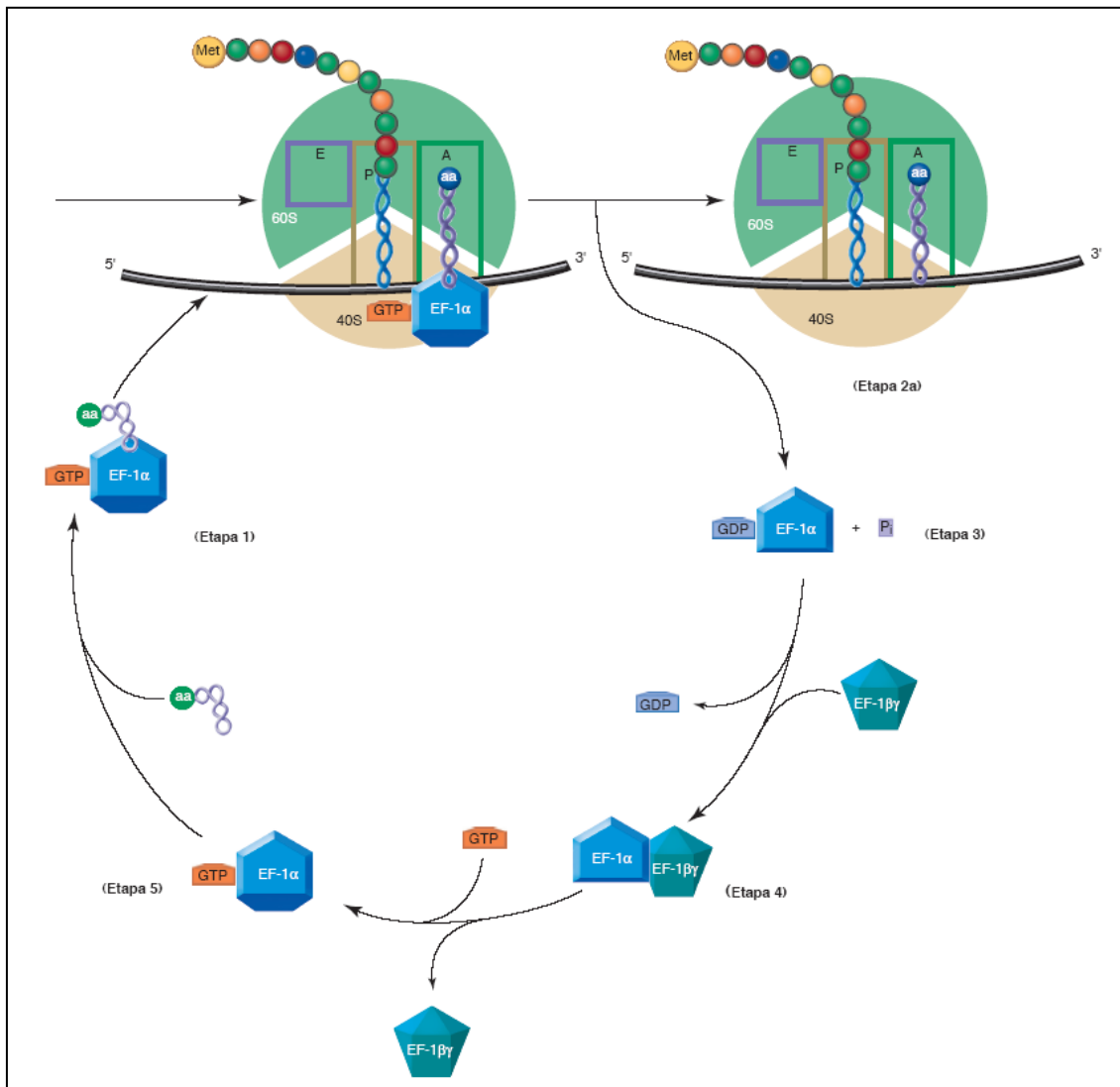
Um complexo ternário que inclui o **tRNA iniciador** (etapa 1) combina-se com uma subunidade ribossômica pequena (etapa 2). A Interação com **mRNA** forma um **complexo de pré-iniciação** (etapa 3). A Ligação da subunidade grande completa formação do complexo de iniciação (etapa 4). A forma diferente de **eIF2a** complexado com GTP ou GDP indica que mudanças conformacionais ocorrem na proteína com hidrólise do trifosfato. Depois do início da elongação, subunidades pequenas adicionais se complexarão com o mesmo mRNA para formar polissomos (Polissomos é a denominação que se dá à complexação de vários ribossomos a uma mesma fita de mRNA).

2º PASSO: Etapas de elongação em síntese proteica eucariótica (parte 1)

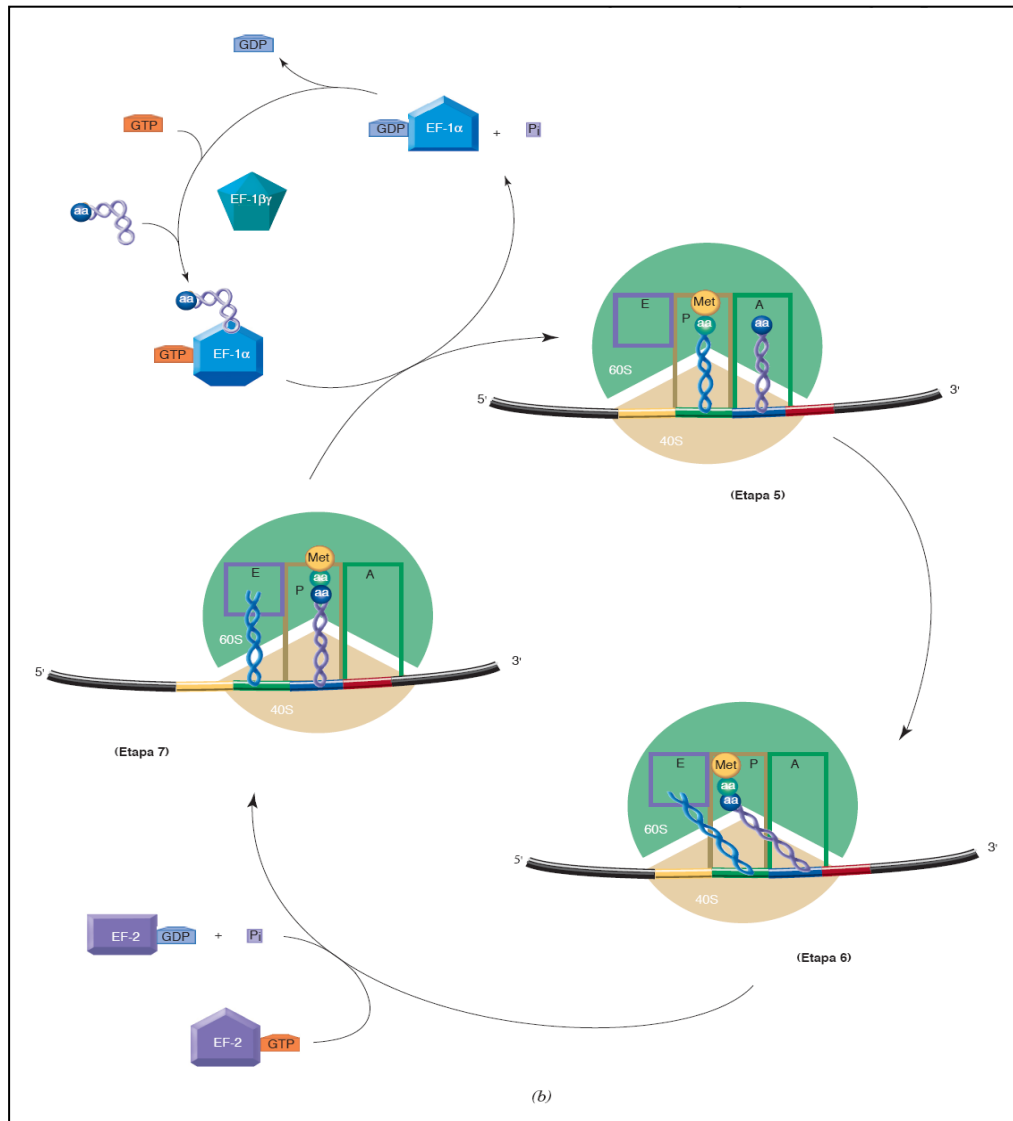


(a) O primeiro ciclo de elongação é mostrado. Etapa 1: complexo de iniciação com metionil tRNA_{Met} no sítio 80 S P. Etapa 2: EF1α colocou um aminoacil-tRNA no sítio A. Hidrólise de GTP resulta em mudança de conformação de EF1α. Etapa 3: a primeira ligação peptídica se formou, o novo peptidil-tRNA ocupa um sítio híbrido (A/P) no ribossomo e o braço acceptor desacilado do tRNA_{Met} está no sítio E da subunidade grande. Etapa 4: o complexo mRNA-peptidil-tRNA foi translocado para o sítio P, enquanto o tRNA iniciador desacilado move-se para o sítio E.

2º PASSO: Etapas de alongação em síntese protéica eucariótica (parte 2)

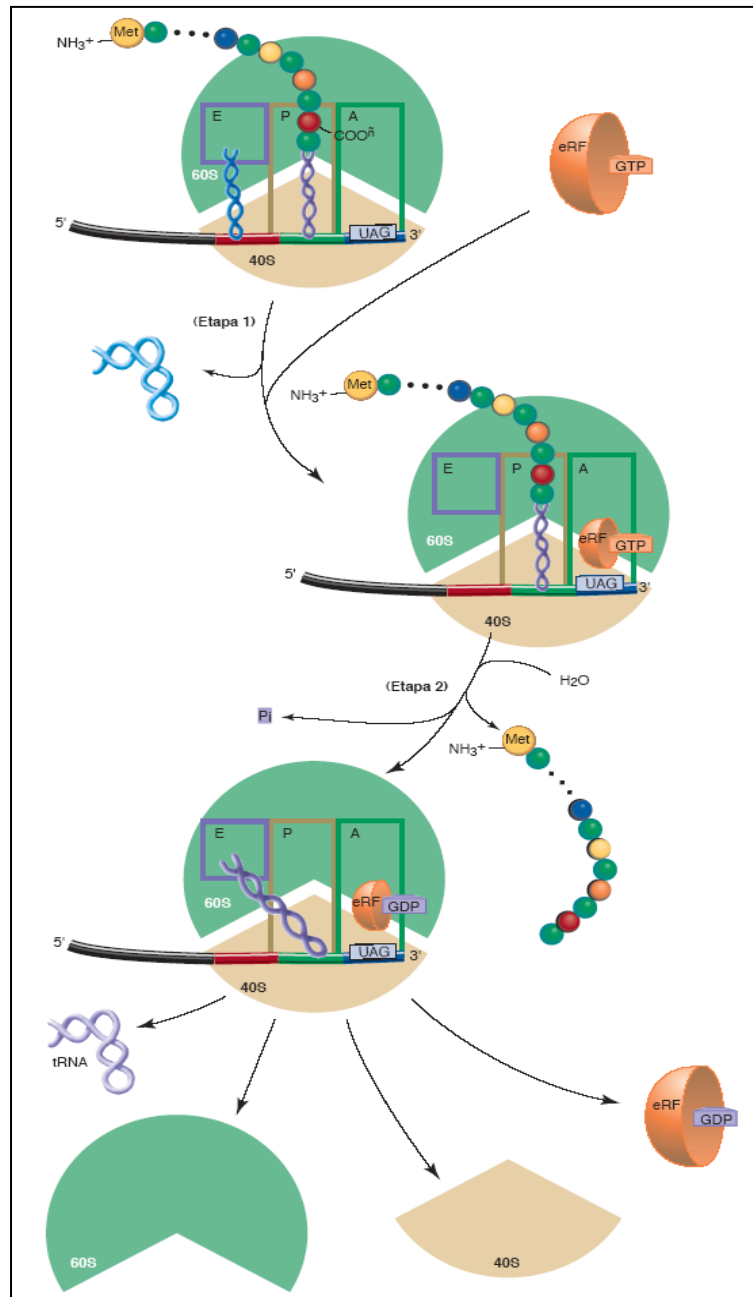


(b) Ciclos subsequentes de alongação. Etapa 5: ligação do aminoacil-tRNA no sítio A causa liberação do tRNA desencilado do sítio E. Etapa 6: formação da ligação peptídica resulta no novo peptidil-tRNA ocupando um sítio híbrido A/P do ribossomo. Etapa 7: translocação move mRNA e novo peptidil-tRNA, em registro, para sítio P. Aminoácidos adicionais são colocados por repetições sucessivas do ciclo.



EF1 no ciclo de elongação. Etapa 1: complexo EF1 α -GTP-aminoacil-tRNA liga-se ao ribossomo. Etapa 2: aminoacil-tRNA é colocado no ribossomo (2a), com hidrólise de GTP e uma mudança de conformação de EF1 α (Etapa 3), que reduz sua afinidade por tRNA e ribossomo. Etapa 4: GDP é deslocado de EF1 α por EF1 $\beta\gamma$. Ligação de GTP, então, desloca EF-1 $\beta\gamma$ (Etapa 5) e permite ligação de um aminoacil-tRNA a EF1 α em sua conformação de maior afinidade (1).

3º PASSO: Terminação da síntese proteica



Quando um códon de terminação no mRNA ocupa o sítio A, ligação de um complexo fator de liberação-GTP ocorre (Etapa 1) e tRNA desacilado é liberado. Etapa 2: peptidil transferase funciona como hidrolase; hidrólise da ligação éster que a proteína ao tRNA libera a proteína. A extremidade aceptora do tRNA desacilado é provavelmente deslocada. GTP é hidrolisado, e fator de liberação-GDP dissocia. Componentes dissociados podem agora entrar em ciclos adicionais de síntese proteica.

Modificação pós-traducional das cadeias polipeptídicas

Muitas cadeias polipeptídicas são modificadas covalentemente, tanto enquanto elas ainda estão ligadas ao ribossomo como após a sua síntese ter sido completada. Uma vez que as modificações ocorrem após a tradução ter sido iniciada, elas são chamadas de modificações pós-traducionais. Essas modificações podem incluir a Remoção da parte da sequência traduzida ou a Adição covalente de um ou mais grupos químicos necessários para a atividade proteica

Alguns tipos de modificações:

- Clivagem

Muitas proteínas destinadas para a secreção da célula são inicialmente produzidas como grandes moléculas precursoras, as quais não são funcionalmente ativas. Porções da cadeia proteica precisam ser removidas por endoproteases específicas, resultando na liberação da molécula ativa. O sítio celular da reação de clivagem depende da proteína a ser modificada.

- Alterações covalentes

Proteínas, tanto enzimáticas quanto estruturais, podem ser ativadas ou inativadas pela ligação covalente de uma variedade de grupos químicos. Essas modificações incluem:

- Fosforilação
- Glicosilação
- Hidroxilação

- Degradação proteica

Proteínas defeituosas ou destinadas a uma reciclagem rápida são frequentemente marcadas para uma destruição por ubiquitinação.

CÓDIGO GENÉTICO

O **código genético** identifica a correspondência entre uma sequência de bases nucleotídicas e uma sequência de aminoácidos.

Na tradução, ele pode ser comparado a um dicionário, onde:

Palavras = códons

Letras = Bases nitrogenadas (A, G, C, U)

Onde cada códon é formado por 3 Bases N. constituindo um código genético formado por 64 diferentes códons.

Este dicionário biológico pode ser utilizado para traduzir qualquer sequência de códons, de modo que esta é a forma para determinarmos quais aminoácidos estão codificados em uma sequência de aminoácidos.

	U	C	A	G
U	UUU Phe UUC Phe	UCU Ser UCC Ser	UAU Tyr UAC Tyr	UGU Cys UGC Cys
	UUA Leu UUG Leu	UCA Ser UCG Ser	UAA Stop UAG Stop	UGA Stop UGG Trp
	CUU Leu CUC Leu	CCU Pro CCC Pro	CAU His CAC His	CGU Arg CGC Arg
C	CUA Leu CUG Leu	CCA Pro CCG Pro	CAA Gln CAG Gln	CGA Arg CGG Arg
	AUU Ile AUC Ile	ACU Thr ACC Thr	AAU Asn AAC Asn	AGU Ser AGC Ser
A	AUA Ile AUG Met	ACA Thr ACG Thr	AAA Lys AAG Lys	AGA Arg AGG Arg
	GUU Val GUC Val	GCU Ala GCC Ala	GAU Asp GAC Asp	GGU Gly GGC Gly
G	GUA Val GUG Val	GCA Ala GCG Ala	GAA Glu GAG Glu	GGA Gly GGG Gly

Neste código, 3 códons (**UAG, UGA, UAA**) não codificam aminoácidos, sendo estes chamados Códons de terminação ou Stop Códons. Quando um destes códons aparece em uma sequência de RNAm, ele sinaliza que a síntese da cadeia peptídica codificada por aquele RNAm está completa.

Características do código genético

- Especificidade (um determinado códon sempre codifica o mesmo aminoácido);
- Universalidade;
- Redundância (Degenerado) – um único aminoácido pode ter mais de um códon;
- Sem sobreposições e contínuo (é lido a partir de um ponto inicial fixo como uma sequência contínua de bases tomadas três a três).

Consequências de alterações na sequência nucleotídica

- Mutação Silenciosa (o códon contendo a base alterada continua codificando o mesmo aminoácido);

Ex. UCA (Serina) \Rightarrow UCU (Serina)

- Mutação com perda de sentido (o códon contendo a base alterada pode codificar um aminoácido diferente);

Ex. UCA (Serina) \Rightarrow CCA (Prolina)

- Mutação sem sentido (a base alterada pode tornar-se um códon de terminação)

Ex. UCA (Serina) \Rightarrow UAA (Stop c)

BIBLIOGRAFIA

FARRELL, S. O.; CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 5ª ed. São Paulo, Thomson, 2007.

CHAMPE, P. C; FERRIER, D. R.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2000.

DEVLIN, T. M.; MICHELACCI, Y. M. (orgs.) **Manual de Bioquímica com correlações clínicas**. Tradução da 5.ed. Americana. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2002.

SNUSTAD, D. P. **Fundamentos de Genética**. 4ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008.

Links para os vídeos:

<<http://www.youtube.com/watch?v=rZvInRO6J8Q>>

<<http://www.youtube.com/watch?v=DcCnmPeutP4>>

<https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I>

<<https://www.youtube.com/watch?v=2xiACjZtREQ&t=40s>>

<<https://www.youtube.com/watch?v=S8Px20LL0qQ&t=23s>>

<https://www.youtube.com/watch?v=__fm3Plulws&t=55s>

<<https://www.youtube.com/watch?v=EpuYqk2wxSI&t=136s>>