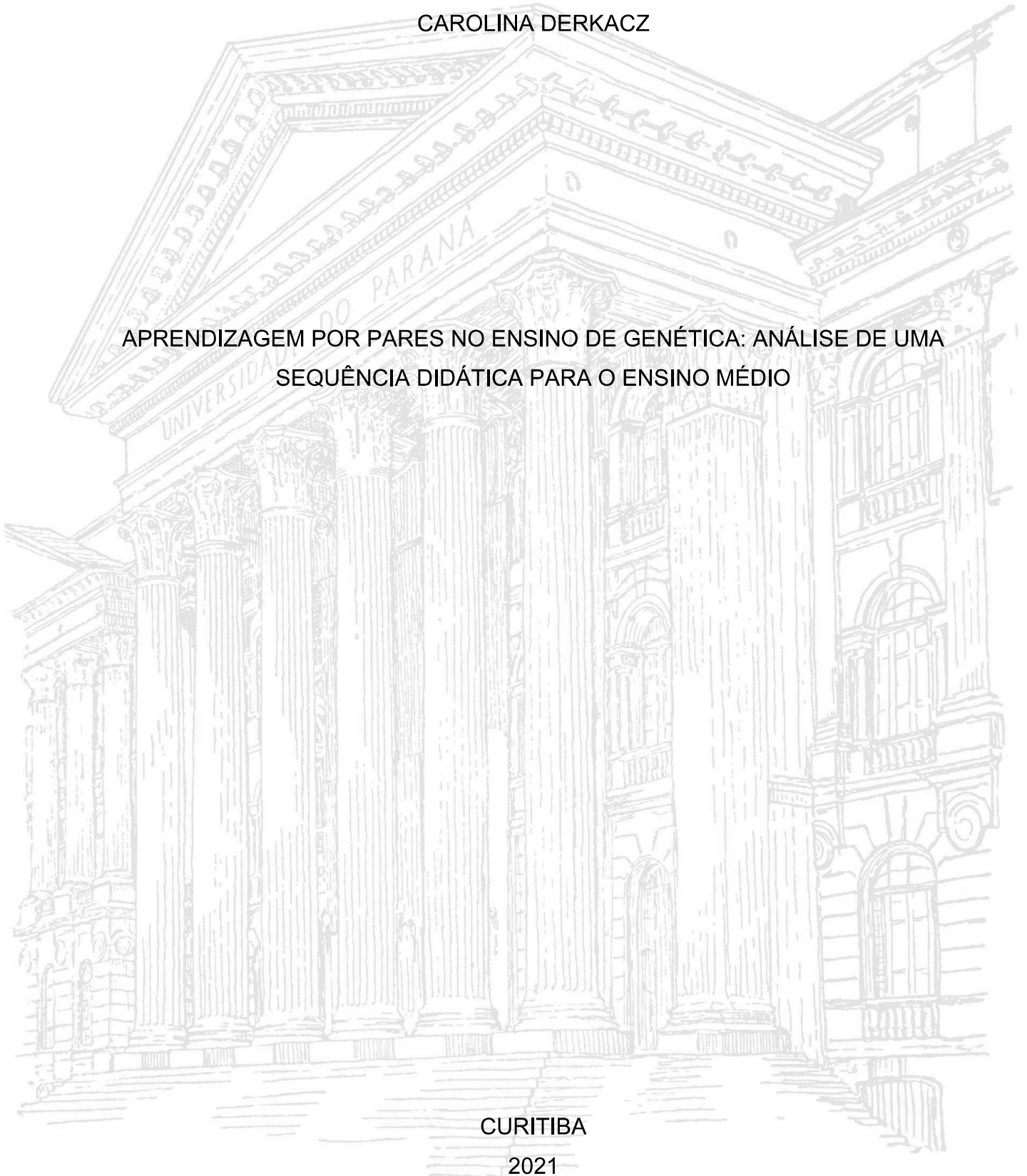


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARIANE MONTEIRO SIMM

CAROLINA DERKACZ

APRENDIZAGEM POR PARES NO ENSINO DE GENÉTICA: ANÁLISE DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO



CURITIBA

2021

ARIANE MONTEIRO SIMM
CAROLINA DERKACZ

APRENDIZAGEM POR PARES NO ENSINO DE GENÉTICA: ANÁLISE DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Licenciadas em Ciências Biológicas, pelo curso de Ciências Biológicas, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha.

CURITIBA
2021

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, por cuidar de nossas vidas nos auxiliando com força e coragem, proporcionando nossa chegada até este momento.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Leandro Palcha por aceitar conduzir o nosso trabalho de pesquisa e auxiliar durante este período todo o encaminhamento que permitiu a realização deste trabalho. Agradecemos pelos ensinamentos que levaremos para a vida profissional e pessoal.

Às professoras da banca examinadora, Dra. Luciane Tureck e Dra. Thalita Folmann pela leitura do texto e pelas contribuições para a versão final deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de estudar em um dos melhores ensinos públicos e de qualidade do país, somos muito gratas a toda experiência nos dada durante esses cinco anos.

Aos nossos pais Rosiane Monteiro, Arison Simm; e Raquel e Almir Derkacz, que durante todo o curso estiveram presentes e foram nossa sustentação, incentivo e apoio para que pudéssemos persistir até aqui.

Aos nossos irmãos Aline Monteiro, Ryan Monteiro; e Henrique Derkacz por nos distrair e deixar esse momento mais leve.

Aos nossos namorados Leandro; e Gabriel, que estiveram ao nosso lado durante esse período, ouviram todas as nossas ideias e lamentações, nos dando suporte e encorajamento.

Aos nossos amigos e colegas, pelos momentos de descontração e pelo apoio neste trabalho. São amizades que levaremos para a vida, com muito carinho.

A todos que, de alguma maneira, passaram pelo nosso caminho e deixaram sua contribuição para que pudéssemos chegar ao final do curso.

RESUMO

Na recenticidade, o ensino baseado na metodologia tradicional/expositivo tem sido cada vez mais criticado pela distância nas relações e interações entre estudantes e professores em sala de aula. Em particular no ensino de Genética, as pesquisas na área também têm reverberado as dificuldades na compreensão dos conteúdos. Face ao exposto, este trabalho problematiza uma forma de como pode-se incorporar o método Aprendizagem por Pares no ensino de genética, visando agregar contribuições para aprendizagem de acordo com o Novo Ensino Médio. Deste modo, o objetivo principal deste trabalho reside em disponibilizar aos professores do ensino médio um material que embase a aplicação de uma sequência didática sobre tecnologias do DNA, tendo como método a Aprendizagem por Pares. Como objetivos específicos: i) Identificar o que a literatura da área vem discutindo sobre as atuais abordagens de ensino; ii) Elaborar uma sequência didática para educação básica que engaje e mobilize os alunos para a aprendizagem na área da genética, especialmente no tópico tecnologias do DNA; iii) Avaliar a viabilidade e validar esta sequência didática junto aos licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Em termos metodológicos foram desenvolvidas seis aulas, sendo as duas primeiras para levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos e para exposição dialogada, e as quatro últimas para retomada de conteúdo e aplicação da metodologia Aprendizagem por Pares, com o auxílio da ferramenta educacional Plickers, utilizada para a administração de testes rápidos que auxiliam na dinâmica da aula, que consiste na aplicação de questões conceituais, votação por meio de cartões-resposta e debates entre seus pares. Por meio da validação obteve-se respostas que confirmaram a contribuição da SD para o ensino de tecnologias do DNA, de acordo com o relatado nos referenciais teóricos sobre metodologias ativas e sua importância para um ensino construtivista e para o desenvolvimento de competências de comunicação, argumentação e o criticismo, habilidades fundamentais na nossa sociedade.

Palavras-chave: Aprendizagem por Pares. Metodologias Ativas. Ensino de Genética.

ABSTRACT

In recent times, teaching based on traditional/expository methodology has been increasingly criticized for the distance in the relationships and interactions between students and teachers in the classroom. Particularly in the teaching of Genetics, research in the area has also reverberated the difficulties in understanding the contents. In light of the above, this project discusses a way of incorporating the Peer Instruction in genetics teaching, aiming to add contributions to learning in accordance with the New High School. Thus, the main objective of this project is to provide high school teachers with material that supports the application of a didactic sequence on DNA technologies, using Peer Instruction active learning methodology. As specific objectives: i) Identifying what the literature in the area has been discussed about current teaching approaches; ii) Develop a didactic sequence for basic education that engages and mobilizes students for learning in the area of genetics, especially in the topic of DNA technologies; iii) Assess the feasibility and validate this didactic sequence with undergraduate students of the Biological Sciences course at the Federal University of Paraná. In methodological terms, six classes were developed, the first two for prior survey of the students' knowledge and for a dialogued exposition, and the last four for the resumption of content and application of the Peer Instruction methodology, with the help of the educational tool Plickers, used for the administration of quick tests that help in the dynamics of the class, which consists in the application of conceptual questions, voting through answer cards and debates among their peers. Through validation, answers were obtained that confirm the contribution of DS to the teaching of DNA technologies, according to what is reported in the theoretical references on active methodologies and their importance for constructivist teaching and for the development of communication skills, argumentation and criticism, fundamental skills in our society.

Key-words: Peer Instruction. Active Learning. Teaching Genetics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 SOBRE A APRENDIZAGEM ATIVA	11
2.2 SOBRE O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA	16
2.3 SOBRE A BIOTECNOLOGIA NO NOVO ENSINO MÉDIO.....	18
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	22
3.1 O CONTEXTO DA PROPOSTA.....	22
3.2 A ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA.....	23
3.2.1 Proposta e planejamento.....	23
3.2.1.1 Materiais necessários.....	24
3.2.1.2 Ferramenta <i>Plickers</i>	24
3.3 A VALIDAÇÃO DA PROPOSTA.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 SOBRE A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA POR PARES.....	32
4.2 SOBRE A ESTRUTURA E O FUNCIONAMENTO DA PROPOSTA	35
4.3 SOBRE AS OBSERVAÇÕES GERAIS	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL	48
APÊNDICE 2 - FORMULÁRIO DE PESQUISA: APRENDIZAGEM POR PARES NO ENSINO DE TECNOLOGIAS DO DNA	71

1 INTRODUÇÃO

O ensino baseado na metodologia tradicional, apenas por meio de aulas expositivas/transmissivas tem sido cada vez mais criticado na contemporaneidade, pela distância nas relações e interações entre estudantes e professores em sala de aula e, sobretudo, por muitas vezes não envolver o contexto social do aluno (FREIRE; SHOR, 1997). Sendo a escola um local de desenvolvimento humano em uma sociedade cada vez mais global e digitalizada, é notória a necessidade de inovação nesse ambiente (RODRIGUES, 2019).

Em vista disso, pode-se dizer que os relatórios internacionais¹ sobre a educação verificam um aumento da utilização de tecnologias no ambiente escolar, e se estas forem desenvolvidas em conjunto com metodologias ativas podem proporcionar benefícios no processo de ensino-aprendizagem (RODRIGUES, 2019). Metodologias ativas centradas no aluno proporcionam o desenvolvimento de competências diversificadas, como colaboração, reflexão crítica, autonomia, tomada de decisão, criatividade, comunicação e liderança, além de contribuir com um maior comprometimento com a aprendizagem e mobilização por parte dos alunos, o que permite a construção de novos conhecimentos (RODRIGUES, 2019).

As metodologias ativas possuem como premissa principal a participação efetiva dos estudantes em sala de aula (BACICH; MORAN, 2018) e, apesar de ser apontada como uma nova metodologia capaz de se adaptar às novas finalidades da educação, essas estratégias de ensino datam do início do século XX. Cerca de 100 anos atrás, o filósofo e pedagogo John Dewey já criticava em suas obras o estilo de ensino praticado nas escolas, e propunha novos métodos que ficaram conhecidos como educação progressiva (RODRIGUES, 2019). Dewey (1976) defendia o papel do estudante como protagonista na construção do próprio conhecimento, e não apenas como receptor passivo do conteúdo através do professor. A partir disso é possível criar condições em que professores e alunos se tornem mais motivados e a aprendizagem seja potencializada (CAMARGO; DAROS, 2018).

Entretanto, a utilização de metodologias ativas em sala de aula tem sido pouco difundida no ambiente escolar. Um fator que impede os educadores de avançar na utilização de diferentes metodologias de ensino em sala de aula é a forte

¹ Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC), Lisboa, 2015; European Commission/ EACEA/ Eurydice, 2019; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), Paris, 2015.

atuação da metodologia expositiva tradicional que está instaurada no ensino por causa de seu processo histórico, em que gerações e gerações aprenderam a partir de pouca interação em sala de aula. O que também sustenta essa prática é seu baixo custo, sua tradição cultural, a comodidade dos professores, a necessidade de cumprir o cronograma e a falta de tempo, assim proporcionando uma aula mecânica em massa através da memorização de conteúdos pelos alunos, o que não leva ao aprendizado de fato (VASCONCELLOS, 2004).

A escola é reconhecida como o ambiente essencial para o compartilhamento e produção de conhecimentos, assim como para a formação do cidadão crítico (MOURA et al., 2013). Entretanto, de acordo com Xavier (2006), o acesso e a permanência dos estudantes na escola não garantem esse perfil de cidadão, fato verificado na avaliação do ensino de biologia e na formação da criticidade. Segundo Lemes (2013), os alunos estão concluindo as séries básicas com grandes dificuldades para argumentar, construir pontos de vista e defender ideias.

Essa dificuldade no aprendizado, mais especificamente no ensino de biologia para o ensino médio, é verificada no estudo de Moura et al. (2013), em que o ensino dessa ciência ainda é considerado abstrato, sem conexão com a realidade e distante da sociedade na qual os estudantes fazem parte, principalmente em relação à área de genética. A pesquisa indica que os tópicos de genética são considerados difíceis e desinteressantes, causando uma alienação por grande parte dos alunos, especialmente quando os conteúdos são tecnologias e produtos provenientes dessa área, o que sugere que o ensino seja repensado de maneira coerente e contextualizado diante da realidade do aluno, contribuindo para uma formação integrada do cidadão aos conhecimentos científicos.

Contudo, as dificuldades na área da genética não são exclusividade dos alunos, mas também de alguns professores que precisam se atualizar continuamente com a grande quantidade de informações produzidas em pesquisas, e inovações nessa área, o que requer tempo, estudo e dedicação. Excessivas cargas horárias de trabalho, principalmente nas escolas públicas, podem dificultar esse processo de atualização. Além disso, a tecnologia digital pode trazer dificuldades para muitos professores, assim como a precariedade, ou até mesmo a ausência de recursos, de laboratórios e/ou equipamentos no ambiente escolar, se tornam empecilhos para uma prática pedagógica inovadora (MOURA et al., 2013). Por outro lado, a falta de formação continuada ou o comodismo, faz com que o

professor muitas vezes prenda-se ao livro didático como único instrumento, “abrindo mão” de sua autonomia em sala de aula (LIMA; VASCONCELOS, 2006).

Para ofertar um bom ensino de biologia, em especial de genética, é favorável que o professor tenha recursos didáticos que possibilitem o processo ensino-aprendizagem de forma satisfatória (MOURA et al., 2013). Para tanto se faz necessário além de recursos didáticos e tecnológicos, a atualização do professor, o domínio dos temas, e a contextualização do conteúdo vinculada com a realidade dos alunos.

Dessa forma, supõem-se que o processo de ensino aliado a recursos tecnológicos e a metodologias ativas possibilita um novo modelo de interação e incorporação de novos saberes (CAMARGO; DAROS, 2018). Uma das estratégias de ensino dentro das metodologias ativas é a Aprendizagem por Pares (AP), que tem como objetivo promover a aprendizagem de conteúdos através da interação entre os estudantes (ARAÚJO; MAZUR, 2013). Segundo Mazur (2013), essa mudança na dinâmica escolar traz resultados positivos na aprendizagem conceitual de conhecimentos científicos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

Em sintonia com a AP, a teoria de Vygotsky se baseia na abordagem socioconstrutivista, em que enfatiza os contextos sociais de aprendizagem e a construção do conhecimento por meio de interação social. Vygotsky destacava a importância das influências sociais, principalmente na área da educação, sobre o desenvolvimento cognitivo da criança (SANTROCK, 2008). Também defendia que a aprendizagem ocorre por meio da interação social com professores e pares mais habilidosos, e que com a orientação adequada destes, os alunos são impulsionados em direção à zona de desenvolvimento proximal, em que ocorre a aprendizagem de novos conhecimentos (RODRIGUES, 2019).

A partir das considerações apresentadas, observa-se que o conteúdo de genética tem apresentado falhas no seu ensino e aprendizagem, em que os professores ministram aulas expositivas e os alunos pouco interagem em sala de aula, apresentando dificuldades na compreensão dos conteúdos. Por isso, formulou-se aqui o seguinte problema de pesquisa: “Como o método de aprendizagem por pares pode contribuir para o ensino de Genética sobre as tecnologias do DNA?”

O objetivo principal deste trabalho reside em disponibilizar aos professores do ensino médio um material que embase a aplicação de uma sequência didática sobre tecnologias do DNA, tendo como método a Aprendizagem por Pares. Como objetivos específicos:

- Identificar o que a literatura da área vem discutindo sobre as atuais abordagens de ensino;
- Elaborar uma sequência didática para educação básica que engaje e mobilize os alunos para a aprendizagem na área da genética, especialmente no tópico tecnologias do DNA;
- Avaliar a viabilidade desta sequência didática junto aos licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Pelo que foi apresentado até o momento, espera-se que a sequência didática com base na metodologia ativa de aprendizagem por pares, possa contribuir como produto educacional e auxiliar professores a engajar e mobilizar os alunos para uma maior participação no processo de aprendizagem, com destaque ao tópico de genética, tecnologias do DNA, visando a formação de um indivíduo crítico frente às inovações científicas da sociedade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é destinado a apresentar alguns referenciais teóricos relacionados à problemática do trabalho que envolvem o processo de ensino e aprendizagem de genética, a aprendizagem ativa e a biotecnologia no novo ensino médio.

2.1 SOBRE A APRENDIZAGEM ATIVA

A aprendizagem é um processo associado com as fases de desenvolvimento em que o indivíduo se encontra, estimulado por seus interesses, conexões cognitivas e emocionais, sendo único e diferente para cada ser humano. O significado da terminologia aprendizagem possui o sentido de “levar para junto de si”. Sendo assim, aprendizagem não é um processo de armazenamento e repetição de informações, e sim de articulação e construção (PIOVESAN, 2018).

Na perspectiva vigotskiana (1978), todas as funções psicológicas superiores, como a atenção, a vontade e a formação de conceitos, são geradas na cultura. O aprendizado não é apenas uma resposta a um desenho genético, mas principalmente a um desenho cultural. Assim sendo, deve-se compreender as atividades de aprendizagem no contexto das demandas sociais em que são constituídas. Dessa forma, o aprendiz relaciona-se aos materiais de aprendizagem por meio de determinados processos de aprendizagem, resultantes da organização social dessas atividades e dos propósitos impostos pelos professores (POZO, 2002).

Não somente as pesquisas científicas e os fundamentos teóricos da nova cultura da aprendizagem, mas também as significativas mudanças sociais, tecnológicas e culturais que estão ocorrendo, tornam inviáveis a permanência de formatos educacionais tradicionais, baseados na apropriação de reprodução “memorística” dos conhecimentos. Dessa forma, a aprendizagem tradicional deteriora-se progressivamente frente ao que a sociedade pretende que seus cidadãos aprendam e os processos que o dificultam. De acordo com Pozo (2002, p.26): “Se o que temos de aprender evolui, e ninguém duvida de que evolui e cada vez mais rapidamente, a forma como tem de se aprender e ensinar também deveria evoluir”.

Muitas pesquisas na área da educação em ciências evidenciam que ambientes de ensino passivo, cujo foco é a exposição verbal do docente não são eficazes, tanto para a aprendizagem de conceitos como para o desenvolvimento de competências essenciais para a vida futura (MOTA; ROSA, 2018). Os métodos tradicionais de ensino, centrados na figura autoritária do professor, na transmissão de conteúdos e no aluno como sujeito passivo, não atendem as demandas dos estudantes (SANTOS et al., 2020).

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) alegam que há um senso comum pedagógico que conduz uma ciência morta na escola, onde a apropriação do conhecimento está ocorrendo pela transmissão mecânica da informação, presentes em atividades como:

Regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, junções e atribuições de sistemas vivos ou não vivos; questões pobres para prontas respostas igualmente empobrecidas; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria.[...] além de caracterizar a ciência como um produto acabado e inquestionável: um trabalho didático pedagógico que favorece a indesejável ciência morta. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 25).

A nova cultura da aprendizagem, pertencente às sociedades modernas industriais, define-se por uma educação generalizada e uma formação permanente e massiva, por uma saturação informativa causada pelos novos sistemas de produção, comunicação e conservação da informação, e por um conhecimento descentralizado e diversificado (POZO, 2002).

Apesar dos avanços de recursos e tecnologias, o ensino tradicional expositivo permanece enraizado nas escolas. A ausência de interações e recursos didáticos gera insatisfação nos alunos, resultando no desinteresse em aprender. Na busca por estratégias pedagógicas para incentivar o interesse, surge a proposta do ensino ativo, que propõe um conjunto de intervenções em sala de aula que podem contribuir para uma aprendizagem significativa e interativa. Também oferece ao aluno autonomia para ser protagonista do seu aprendizado, por meio de implementações didáticas, mudança de metodologias, modificação de abordagens, resultando em uma aprendizagem ativa (CAMARGO, 2018).

A aprendizagem ativa está presente em todas as fases do desenvolvimento ao longo da vida, sendo um processo único e diferente entre os indivíduos. Aprende-se e desenvolve-se um conhecimento mais profundo por meio de questionamentos, experimentações, estímulos e emoções. Para Bacich e Moran (2018), a aprendizagem é ativa, pois aprende-se quando está sujeito a enfrentar desafios, realizar questionamentos e experimentações, ao vivenciar diferentes emoções por meio de interações pessoais, sociais, e culturais às quais faz parte. Nesse sentido, a sala de aula pode ser um ambiente facilitador para a aprendizagem ativa, possibilitando uma maior flexibilidade cognitiva dos estudantes a partir da sua busca pelo conhecimento por intermédio do professor (BACICH; MORAN, 2018).

Na educação em ciências, o processo ativo é visto por Moraes (2008) como uma prática construtivista. O conhecimento se constrói pelo indivíduo, como um empreendimento individual através das interações sociais e culturais. A escola é um ambiente fundamental na construção de conhecimentos. Por meio de questionamentos e problematizações em sala de aula possibilita o diálogo e um envolvimento ativo do aluno, resultando em conflitos cognitivos que passarão pelos processos intelectuais de assimilação, acomodação e equilíbrio capacitando a compreensão e apreensão de informações novas.

Sendo assim, o papel do professor como mediador e a reorganização das estratégias pedagógicas escolares tornam-se fundamentais. Essa mediação promove não apenas a colaboração e a cooperação, habilidades que desenvolvem o protagonismo do aluno, como também possibilitam o diálogo e a construção do conhecimento. Dessa forma, a aplicação das metodologias ativas propicia uma aprendizagem ativa quando envolve o aluno na busca de seu conhecimento (MITRE, *et al.*, 2008).

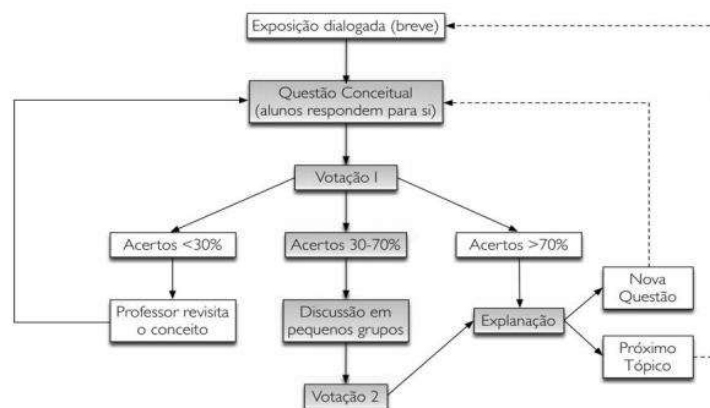
Dentre os métodos destinados a promover uma aprendizagem ativa tem-se a metodologia “Aprendizagem por Pares” de Eric Mazur, professor de física de Harvard, que visou substituir as aulas meramente expositivas por um ensino interativo, introduzindo materiais de leitura e testes de conhecimentos antes das aulas, e discussões e interações com testes conceituais durante as aulas, para analisar a compreensão do conteúdo pelos alunos, a partir de cartões de resposta (*flashcards*) ou sistema remoto de respostas, conhecidos como *clickers*. Dessa forma, o educando sai da posição receptiva e torna-se protagonista participando

ativamente do processo de ensino e aprendizagem (MATTAR, 2017). É também um modelo de ensino que valoriza o tempo em sala de aula, destinando-o para a aprendizagem ativa dos conteúdos por parte dos alunos, e não quase exclusivamente para transmissão de informações (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

Mais especificamente, a metodologia de “Aprendizagem por Pares” consiste no professor disponibilizar e direcionar os estudantes ao estudo antecipado do livro texto com os conteúdos que serão abordados em aula. Já em sala de aula, o professor deve realizar uma breve exposição oral para reforçar os conceitos principais da temática e em seguida apresentar aos alunos um questionamento, de preferência de múltipla escolha, em que os alunos devem responder por meio dos *clickers* (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

A finalidade da aplicação desta metodologia é avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos mais importantes apresentados. Assim, após uma breve exposição do conteúdo, o professor deve aplicar a questão conceitual, que passará por uma votação, em que os alunos devem utilizar cartões-resposta ou *clickers*, para informar a resposta escolhida. Com os resultados obtidos com essa votação, a aula segue a seguinte dinâmica: Abaixo de 30% de acertos, realizar uma nova exposição dialogada, a fim de elucidar o assunto e assim realizar uma nova votação visando acertos superiores a 30%; entre 30% e 70% de acertos, a professora² deve organizar a sala em pequenos grupos, para um debate, e a seguir deve ser aplicada uma segunda votação e verificado a porcentagem de acertos novamente; acima de 70% de acertos avança para a próxima questão, assim como representado na figura abaixo (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

FIGURA 1: DIAGRAMA DA APRENDIZAGEM POR PARES DE MAZUR.



FONTE: Araújo; Mazur (2013).

² Utilizaremos o substantivo “professora” no gênero feminino, não desconsiderando a força de trabalho masculina, mas por acreditarmos na importância da valorização das mulheres na ciência.

De acordo com Pereira (2017), as questões elaboradas devem ser objetivas, mas desafiadoras e problematizadoras para que os alunos possam refletir, debater e tomar decisões individualmente, em um primeiro momento e, em seguida, coletivamente. Quanto mais problematizadoras forem as questões conceituais, mais intensa será a interação entre os estudantes.

Segundo Mazur (2013), a metodologia em questão, busca promover a aprendizagem com foco no questionamento, fazendo com que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor (PEREIRA, 2017). Nesse sentido, tem-se o que Freire (2015) afirmou ser fundamental entre professor e aluno, a ciência de que possuem uma postura dialógica, aberta, curiosa, indagadora, e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. Dessa forma o diálogo age como caminho para a ampliação do conhecimento (PEREIRA, 2017).

Contudo, esse método de ensino tem sido pouco utilizado no Brasil e mostra-se desconhecido da grande maioria dos professores (ARAÚJO; MAZUR, 2013). A partir disso se dá a importância da formação de professores com relação a utilização de novas metodologias, as quais demandam tempo e reflexões, como também desprendimento da carga horária para que o professor possa se aperfeiçoar por meio do aporte teórico científico disponível (SOARES et al., 2019; VIÇOSA et al., 2020). Isso porque a qualificação docente sobre a utilização de metodologias ativas deve ser um aspecto essencial nesse processo, pois potencializa a transformação de práticas no ensino (MACEDO et al., 2018). Para tanto, a metodologia ativa Aprendizagem por Pares pode ser incluída em uma sequência didática como um caminho para sua prática educativa. Segundo Zabala (2018, p.18) a sequência didática pode ser compreendida como:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. (ZABALA, 1998, p, 18).

Assim, com base nesses pressupostos, pretendemos desenvolver uma sequência didática com a metodologia ativa aprendizagem por pares direcionada à temática da biotecnologia.

2.2 SOBRE O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA

O componente curricular Biologia possui uma importante atuação no processo de formação cidadã do aluno, e a forma como a disciplina é ministrada pode caracterizar o ensino como relevante ou não para o contexto social dos alunos. O ensino de biologia prevê que o aluno seja capaz de compreender e aprofundar os conceitos biológicos, desenvolver um pensamento crítico e realizar tomadas de decisões de interesses particular e coletivo. O foco do estudante não deve ser apenas aprender para realizar avaliações e adquirir nota, utilizando seu conhecimento superficial do assunto apenas para ser aprovado no fim de ano. É papel do ambiente escolar possibilitar o desenvolvimento de habilidades do estudante que gerem um envolvimento profundo com o ensino de biologia (KRASILCHIK, 2011).

Para o Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enquadra o ensino de biologia na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, propondo um ensino em que o aluno possa desenvolver a capacidade de investigar e resolver situações-problema, se apropriar de conhecimentos e se relacionar com as situações vivenciadas (BRASIL, 2018). Dessa forma, o ensino tem como objetivo trazer a vivência do estudante e integrá-la a ciência e a tecnologia experienciadas dentro e fora da escola, formando uma associação com as relações sociais em busca de tomada de decisões mais conscientes (AIKENHEAD³, 1994 citado por PARANÁ, 2021). O Referencial Curricular do Ensino Médio do Paraná, elaborado a partir da BNCC entre outros documentos, traz uma proposta para o ensino do Componente Curricular Biologia, em que objetiva trabalhar conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e as implicações sociais da ciência e da tecnologia, possibilitar o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos fenômenos naturais. O documento propõe a organização do conhecimento biológico por meio de Unidades Temáticas, entre elas a Unidade IV, que ganha destaque maior neste trabalho por apresentar o conteúdo de genética (PARANÁ, 2021), objeto de estudo da Sequência Didática aqui desenvolvida.

Ao estudar essa Unidade Temática pretende-se compreender os processos de transmissão de características genéticas, sua expressão e alterações gênicas.

³ AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

Esses fundamentos são essenciais para que os estudantes possam conhecer e avaliar as aplicações e consequências da utilização desses conhecimentos genéticos, assim como para introduzi-los nos debates de implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, de maneira a analisar e avaliar os benefícios e os riscos para a humanidade e o planeta (PARANÁ, 2021).

Nas competências específicas da BNCC, o conteúdo de Genética aparece relacionado com aplicações reais na compreensão dos processos tecnológicos sendo um deles a aplicação das tecnologias do DNA, trazendo uma abordagem por meio de discussões e exploração do conteúdo com embasamento em argumentos científicos consistentes, com diferentes posicionamentos éticos e responsáveis (BRASIL, 2018).

Dentro da área de biotecnologia existem técnicas para o manuseio do DNA, em nível molecular, que podem ser verificadas no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Tais assuntos estão incluídos na disciplina de genética no Ensino Médio (PARANÁ, 2021). A tecnologia do DNA recombinante é uma ferramenta, que consiste na transferência de genes de uma espécie para outra, gerando um organismo transgênico e garantindo uma vantagem genética que pode ser utilizada na clonagem gênica. O organismo contendo o DNA recombinante se replica e gera cópias idênticas, produzindo uma quantidade elevada de proteína de interesse comercial, sendo a utilização de bactérias para a produção de insulina o exemplo mais comum.

Outra ferramenta é a técnica de eletroforese que permite identificar e diferenciar trechos do DNA, cuja aplicação é bastante diversa. Cada indivíduo apresenta uma sequência de DNA distinta, que são amplificadas por PCR, e após são inseridas em um gel submerso em meio aquoso com a aplicação de uma corrente elétrica. O DNA tende a migrar do polo negativo para o positivo, obtendo fragmentos com tamanhos diferentes. A aplicação dessa técnica está vinculada a testes de paternidade e casos criminais

O sequenciamento genômico também é uma tecnologia do DNA na qual identifica a sequência de nucleotídeos dos seres vivos, sendo aplicada em diversas áreas como identificação de doenças, análise de características evolutivas, aconselhamento genético, o que contribui para os avanços da ciência (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016).

Muitos alunos consideram o conteúdo de genética de difícil aprendizado, pois se trata de uma disciplina complexa, o que gera uma compreensão dos conceitos limitada (WOOD-ROBINSON, et al., 2000).

Para tanto, a proposta do Referencial Curricular do Paraná (2021) busca na formação do estudante, uma construção do conhecimento e do letramento científico a partir de fenômenos do cotidiano, em que o estudante possa ser capaz de compreender os processos, estabelecer uma visão crítica e realizar tomadas de decisões baseadas em dados e estudos de informações confiáveis, além de debater questões sociocientíficas relacionadas aos impactos da ciência e tecnologia.

Dessa maneira, a apropriação dos conhecimentos de biologia não deve ser por meio apenas de uma transferência de conteúdos, nem por uma visão estritamente científica, mas por meio de um cenário que garanta ao aluno a percepção da correlação entre os conteúdos e sua vida cotidiana, e que assegure uma educação científica com a finalidade de interpretar a natureza e a tecnologia de forma mais adequada e, a partir desses saberes, fazer parte integrante de uma sociedade com mais equidade para seus pares (PARANÁ, 2021).

2.3 SOBRE A BIOTECNOLOGIA NO NOVO ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio está sendo modificado em todo Brasil, na busca por um ensino mais próximo das necessidades pessoais e profissionais dos estudantes dessa etapa. A execução dessas mudanças promove inúmeras ações estruturadas em torno da Lei nº 13.415/2017, das novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Etapa do Ensino Médio (PARANÁ, 2021).

Por meio da Lei nº 13.145, de 13 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017), foi estipulada uma nova organização para o Ensino Médio em todo país. Ganham destaque, entre as principais mudanças, a carga horária de estudos ampliada, a formação integral do estudante como prioridade, a composição do currículo por áreas de conhecimento, e a oferta curricular através de uma organização inovadora. No Art. 4º da Lei referida, o art. 36 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, passa a vigorar com as seguintes alterações:

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino [...] (BRASIL, 2017, p. 1).

A elaboração do Referencial Curricular do Ensino Médio - documento de referência obrigatória para a reformulação dos currículos de todas as escolas do Sistema Estadual de Ensino - está entre as ações realizadas visando o novo Ensino Médio do Paraná (PARANÁ, 2021). Foi iniciado em 2019, e revisado diversas vezes, sendo aprovado em 29 de julho de 2021 pelo Conselho Estadual de Educação, em conjunto com as Diretrizes Curriculares Complementares do Ensino Médio, sendo homologado pela Resolução nº 3.416 de 06 de agosto de 2021 (PARANÁ, 2021).

Entre os componentes que compõe essa nova organização curricular estão: a Formação Geral Básica (FGB), que visa desenvolver competências e habilidades a partir do aprofundamento das aprendizagens desenvolvidas no Ensino Fundamental, constituída em quatro áreas do conhecimento: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas Sociais e Aplicadas; os Itinerários Formativos (IF), estruturados em subseções: o Projeto de Vida, os Princípios Organizadores para a elaboração de IF, quatro IF de Aprofundamento, um por área de conhecimento, com trilhas de aprendizagem; e por fim os princípios do Itinerário da Formação Técnica e Profissional (PARANÁ, 2021).

Além da FGB contemplar as competências específicas da BNCC de cada uma das áreas do conhecimento, também deve seguir o contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo, do trabalho e da prática social (Resolução CNE/CEB n. 03/2018, Art. 11). As Diretrizes Curriculares Complementares para o Ensino Médio, no estado do Paraná, também destacam a importância de serem trabalhados temas, referentes à identidade e história do estado, relacionando-os a todas as áreas do conhecimento, bem como considerar outros elementos como a contextualização de conteúdos, metodologias diversificadas, e a avaliação de caráter formativo (PARANÁ, 2021).

Segundo a BNCC, as decisões pedagógicas devem estar voltadas para a explicitação das competências que garantam as aprendizagens essenciais. Para a implementação do Novo Ensino Médio, de forma que contemple as necessidades atuais, é indispensável a elaboração de um currículo que exerça a proposta da

flexibilização curricular, o foco no estudante e seu protagonismo, e a construção de saberes de forma progressiva (PARANÁ, 2021).

Seguindo essas premissas, no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná, a FGB estruturou o componente curricular de Biologia, juntamente com Física e Química, na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Além disso, organizou o documento por meio das Unidades Temáticas, subdivididas em Habilidades da BNCC, Objetos de Conhecimento e Sugestões de Conteúdos a serem desenvolvidos. Os conteúdos desenvolvidos na SD são encontrados na Unidade Temática IV - Genética, entre os objetos de conhecimento, que apresentam marcos conceituais da Biologia, estão as aplicações da engenharia genética, e os benefícios e malefícios da manipulação genética conforme o QUADRO 1.

QUADRO 1: DESCRIÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA IV - GENÉTICA, RELACIONADO ÀS TECNOLOGIAS DO DNA.

UNIDADE TEMÁTICA IV GENÉTICA		
Texto Habilidades da Área de Conhecimento	Objetos de Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
<p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p> <p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>	<p>Aplicações da engenharia genética</p> <p>Benefícios e malefícios da manipulação genética</p>	<p>Biotecnologia.</p> <p>Eugenia.</p> <p>Mapeamento genético</p> <p>Bioética.</p> <p>Organismos Geneticamente Modificados.</p>

FONTE: Adaptado de PARANÁ (2021).

Considerando a proposta da BNCC, visamos aproximar o cotidiano dos estudantes por meio de notícias que contemplam as habilidades mencionadas anteriormente. Dessa forma, ao explorar os avanços científicos e tecnológicos relacionados às aplicações dos conhecimentos sobre o DNA, debates e controvérsias podem ser gerados, visto que são assuntos ligados a dilemas éticos envolvendo toda a sociedade (BNCC, 2018).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia da pesquisa, com isso tem-se o intuito de relatar o contexto educacional que fomentou o desenvolvimento da proposta, como foi realizada a sua organização e como ocorreu sua validação.

3.1 O CONTEXTO DA PROPOSTA

O componente curricular de Biologia está integrado à área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e as competências específicas dessa área são compatíveis aos conteúdos ensinados no terceiro ano do Ensino Médio. O objeto de conhecimento, Biotecnologia, está relacionado a habilidade EM13CNT304 descrita na BNCC:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2018, p. 545).

Portanto, esta proposta se enquadra nos Objetos do Conhecimento e nas Sugestões de Conteúdo presentes no Referencial Curricular para o Ensino Médio no Paraná, dentro da Unidade Temática IV Genética, já que a SD desenvolvida no presente trabalho possui como temática o conteúdo de genética com enfoque nas tecnologias do DNA e suas aplicações.

Na elaboração da SD foi considerado que os alunos já possuíam o embasamento dos conceitos clássicos de genética. Desse modo, a SD contempla as seguintes aplicações do DNA: clonagem, transgenia, sequenciamento do DNA, e técnica de eletroforese.

A avaliação de aprendizagem do estudante conta com dois tipos, a Avaliação Diagnóstica na primeira aula, e a Avaliação Formativa nas demais. A avaliação no âmbito escolar possui diferentes finalidades de acordo com seu objetivo, e definir sua função no processo educativo contribui para a formação do estudante. A avaliação do tipo Diagnóstica tem como objetivo saber o que o aluno compreende sobre o conteúdo antes do processo de formação da aprendizagem. Já

a avaliação Formativa ocorre durante o processo de aprendizagem do aluno no decorrer das aulas por meio de questionamentos, dúvidas e progressão do aluno (LEITÃO, 2014). Ao longo da sequência a avaliação será realizada por meio dos questionários facilitados pela plataforma *Plickers*, pela participação do estudante nos debates a partir de suas reflexões, e pela exposição de pensamentos críticos acerca dos assuntos trabalhados.

3.2 A ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA

3.2.1 Proposta e planejamento

A Sequência Didática desenvolvida (APÊNDICE 1), intitulada “Aprendizagem por Pares no ensino das tecnologias do DNA”, é direcionada para o terceiro ano do Ensino Médio, sendo organizada em 6 aulas. A primeira aula, é destinada para levantamento prévio do conhecimento dos alunos sobre a temática, a segunda para a exposição dialogada sobre as tecnologias do DNA e as quatro últimas aulas destinadas a retomadas de conteúdo e aplicação da metodologia aprendizagem por pares.

O produto educacional consiste em uma sequência de atividades pensadas para aproximar a realidade dos alunos ao ensino das tecnologias do DNA através de notícias vinculadas ao conteúdo teórico, favorecendo a exploração do processo dinâmico da aprendizagem. Como forma de avaliação e também como meio de aplicação da metodologia ativa AP, foi utilizado o aplicativo *Plickers*. Essa ferramenta educacional foi projetada tendo a acessibilidade como prioridade, respeitando a realidade da grande maioria dos ambientes educacionais, já que não há necessidade de dispositivos ou contas para os alunos, apenas para a professora. A plataforma viabiliza o uso da metodologia ativa AP, pois possibilita a professora avaliar o nível de compreensão dos alunos referente ao conteúdo de modo acessível, e a partir disso estimular debates a fim de aperfeiçoar as habilidades de argumentação dos estudantes.

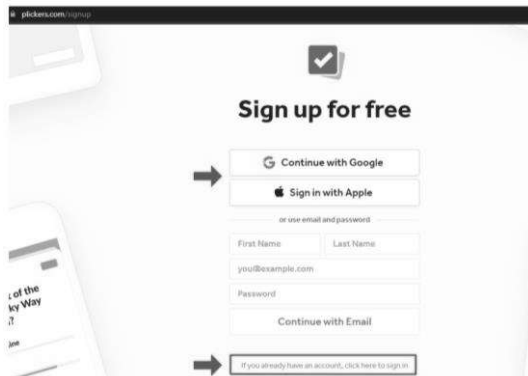
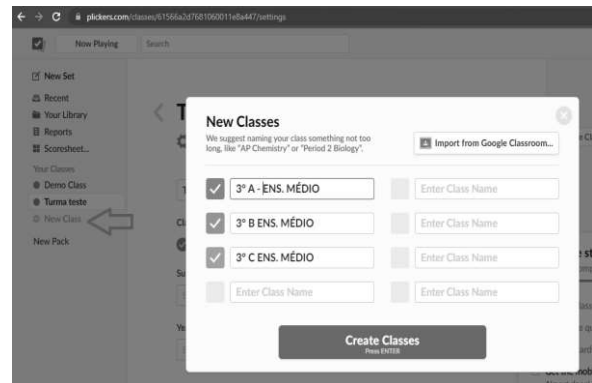
3.2.1.1 Materiais necessários

- Dispositivo Móvel do professor;
- Computador ou *Notebook*;
- Retroprojeter;
- Cartões resposta impressos;
- Cartolina;
- Tesoura;
- Papel e caneta;

3.2.1.2 Ferramenta *Plickers*

Para a execução da sequência, é necessário utilizar o aplicativo *Plickers* nas aulas 03 e 04. O *Plickers* é uma ferramenta disponível na versão *web* e aplicativo para dispositivos móveis, para administração de testes rápidos, que permite o professor escanear as respostas e conhecer em tempo real o entendimento de conceitos e pontos chaves de uma aula. Além disso, o aplicativo gera e salva automaticamente o desempenho individual dos alunos, criando gráficos e dados. Para utilizar essa ferramenta é necessário seguir alguns passos para preparar o material que será aplicado:

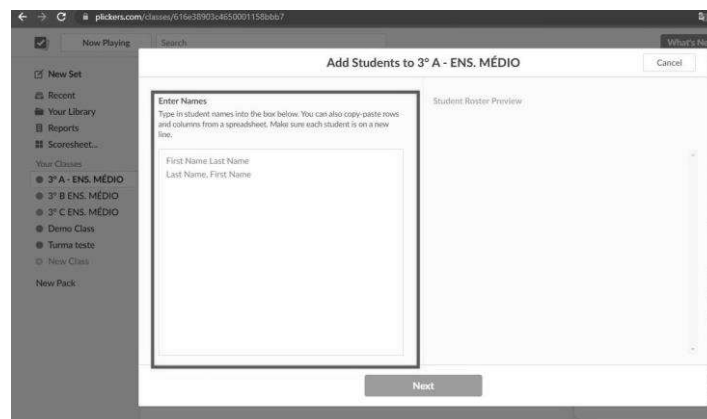
- **Criar uma conta** - Acessar o site <www.plickers.com>, clicar em “*Sign in/ Entrar*”. É possível utilizar a conta do *Google*, clicando em “*Continue with Google*” ou realizar o cadastro inserindo seu nome, sobrenome, *e-mail* de preferência e senha (FIGURA 2).
- **Criar turmas** - O próximo passo é criar turmas, para inserir os alunos dentro de suas turmas correspondentes. Basta clicar no campo “*New Classes*”, e nomear as turmas com a série/ano, e assunto (FIGURA 3).

FIGURA 2 - MODOS DE CADASTRO NO SITE DA FERRAMENTA *Plickers*FIGURA 3 - CRIANDO TURMAS NO SITE DA FERRAMENTA *Plickers*

FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

- **Cadastrar alunos nas turmas:** Agora é preciso adicionar os alunos em suas respectivas turmas. Clicando na turma de interesse, acesse o campo “*Add Students*”. Uma nova página abrirá, e então basta digitar o nome dos alunos um a um, ou copiar a lista de nomes dos alunos de uma planilha já existente e colar no campo para inserir os nomes. Cada aluno corresponderá a um número que será importante na etapa da entrega dos cartões resposta (FIGURA 4).

FIGURA 4 - ADICIONAR NOMES OU LISTA DOS ESTUDANTES EM CADA TURMA



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

- **Cadastrar questões** - Acessando o campo *Your Library* e depois clicando em *New Set*, abrirá uma janela em que você poderá editar e criar suas questões e alternativas de múltipla escolha ou verdadeiro/falso (FIGURA 5). Também é possível inserir mídias, como imagens, vídeos, áudios ou *GIFs* (FIGURA 6).

FIGURA 5 - PASSOS PARA CRIAR AS QUESTÕES

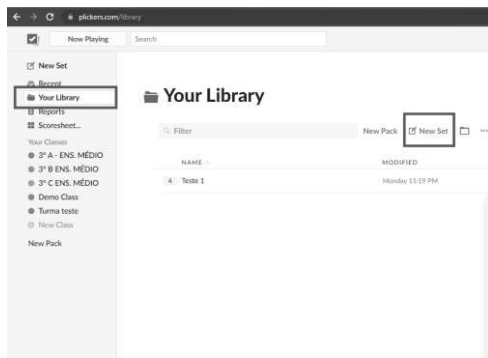
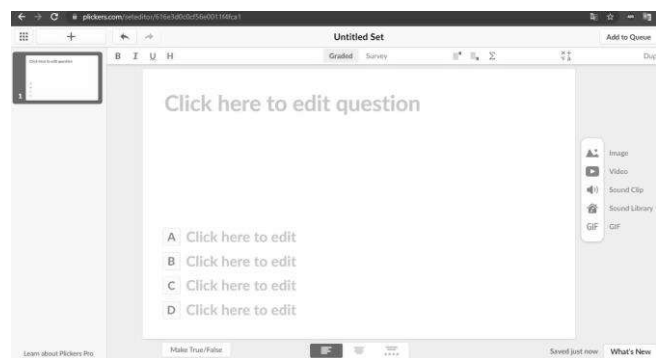


FIGURA 6 - EDITANDO AS QUESTÕES



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

- **Imprimir os cartões resposta** - Para imprimir os cartões resposta clique em *help*, depois em *Get Plickers Cards*, como na Figura 7, e assim você terá acesso ao arquivo para salvar e imprimir seus cartões resposta com a sequência numeral de 1-40, ou de 1-63, conforme o tamanho da sua turma (FIGURA 8).

FIGURA 7 - PASSO A PASSO PARA IMPRIMIR OS CARTÕES RESPOSTA

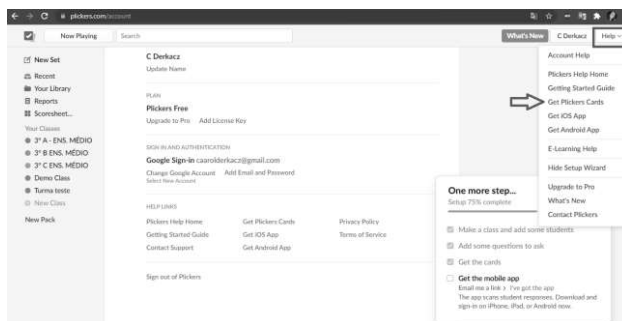


FIGURA 8 - IMPRESSÃO DOS CARTÕES RESPOSTA



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

Também existe a opção para comprar os cartões resposta plastificados no site da *Amazon*, ou adesivos para colocar em superfícies mais rígidas (FIGURA 9). Não é necessário imprimir os cartões sempre que for aplicar os testes. É possível guardá-los e aproveitá-los na mesma turma ou em turmas diferentes. Porém, é necessário ter um controle numérico dos alunos. No momento em que inserir os alunos na turma, cada aluno terá seu número e deverá receber um cartão resposta correspondente a esse número.

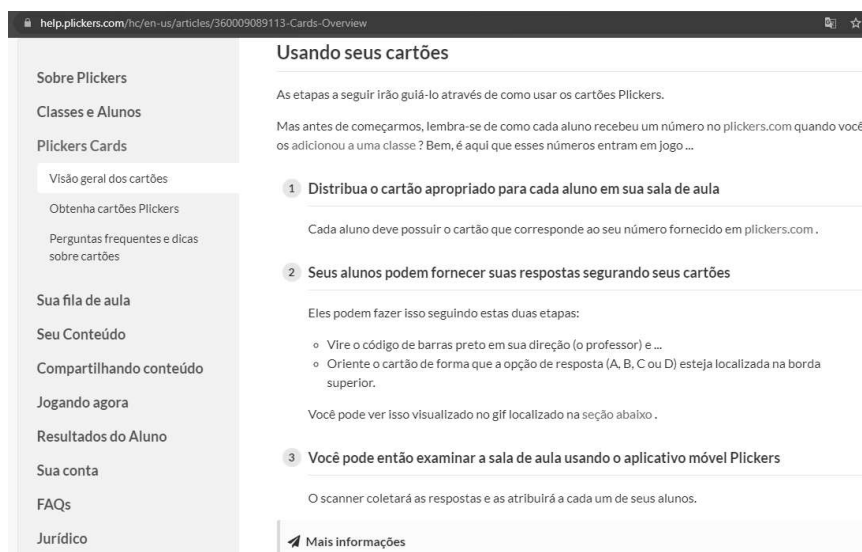
FIGURA 9 - VISÃO GERAL SOBRE OS CARTÕES RESPOSTA



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

- **Instalar o aplicativo *Plickers* no dispositivo móvel-** Para aplicar o teste em sala de aula é preciso instalar o aplicativo *Plickers* através da loja de APPS do seu dispositivo móvel. Entrar com sua conta cadastrada, e escolher quais questões ou até mesmo criar questões novas.
- **Aplicar as questões -** O professor deve distribuir os cartões resposta para todos os alunos, conforme o número que consta na lista dos alunos cadastrados na turma criada, que pode ser verificada pelo aplicativo. (FIGURA 10).

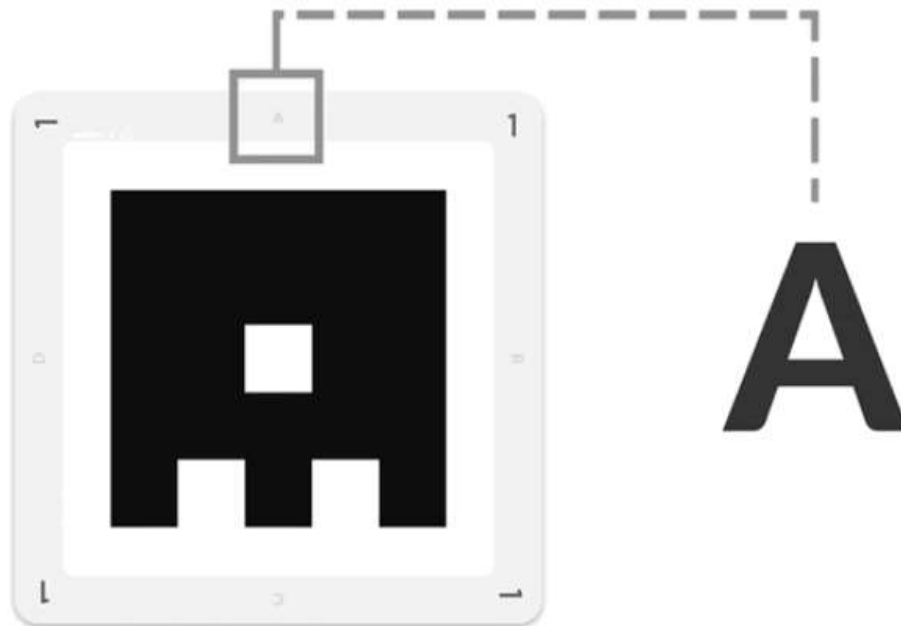
FIGURA 10 - COMO OS CARTÕES RESPOSTA FUNCIONAM



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

Os alunos devem segurar o cartão resposta erguido com o código de barras preto em direção ao professor, de modo que a orientação do cartão com a opção da resposta escolhida (A, B, C ou D) esteja localizada na borda superior (FIGURA 11). Dessa forma o professor poderá digitalizar as respostas através do aplicativo móvel *Plickers* com a câmera de seu celular.

FIGURA 11 - CARTÃO RESPOSTA: CADA LADO DO CARTÃO CORRESPONDE A UMA LETRA



FONTE: Modificado de *Plickers* (2021).

3.2.1.3 Aplicação da metodologia ativa Aprendizagem por pares

De acordo com o tema abordado nas aulas 03 e 04, o professor deve aplicar a questão conceitual após uma breve exposição do conteúdo, que deve durar em torno de 10 minutos. Na primeira votação, cerca de 5 minutos, os alunos devem levantar o cartão resposta com a opção escolhida individualmente de forma que o professor consiga digitalizar simultaneamente todos os cartões da turma, através do aplicativo móvel *Plickers*, tendo acesso imediato às respostas dos estudantes, como representado na figura 12.

FIGURA 12 - DIGITALIZAÇÃO DOS CARTÕES RESPOSTA VIA APLICATIVO *PLICKERS*, EM UMA ESCOLA ESTADUAL DO ESPÍRITO SANTO (ES)



FONTE: Portal Maratimba (2019).

Conforme a porcentagem de acertos da turma, o professor deve seguir as orientações abaixo:

Porcentagens de acertos:

- Abaixo de 30%, realizar uma nova exposição dialogada, a fim de elucidar o assunto e assim realizar uma nova votação visando acertos superiores a 30%. Atingindo essa porcentagem deve seguir a dinâmica abaixo:
- Entre 30% e 70% de acertos, a professora deve organizar a sala em pequenos grupos de até 4 alunos no máximo, de preferência entre alunos com respostas conflitantes, para estimular a argumentação e o debate entre o grupo até chegar a um consenso, assim como uma justificativa para a escolha da resposta. O tempo para o debate deve ser de no máximo 10 minutos. A seguir deve ser aplicada uma segunda votação e verificado através do aplicativo móvel *Plickers* a porcentagem de acertos novamente. Espera-se que a nova votação resulte em uma porcentagem de respostas corretas

acima de 70%, e dessa forma possa ser finalizada a dinâmica com comentários da professora sobre o tema, se pertinente.

- Acima de 70% de acertos a professora deve seguir para a próxima questão, com a possibilidade de comentar a questão rapidamente para sanar possíveis dúvidas que ainda possam existir.

Mesmo que a porcentagem de acertos seja superior a 70%, aconselha-se que a professora deva incentivar os alunos que responderam corretamente a justificar sua resposta para que os alunos que não acertaram a questão consigam perceber um outro ponto de vista. O intermédio da professora é bem-vindo em todas as etapas que se fizerem necessárias para complementação do conteúdo.

Caso a metodologia seja aplicada em sala de aula na ausência de tecnologias como dispositivos móveis, *tablets*, e computadores, os cartões-resposta podem ser desenvolvidos em cartolina, papelão e caneta hidrográfica. Nesse método a votação será realizada de forma manual pelo professor, mas a essência principal da metodologia é ocorrer a interação entre os alunos durante o debate para chegar a uma resposta em conjunto.

3.3 A VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

A princípio, a proposta da Sequência Didática seria aplicada presencialmente em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da rede pública de Curitiba. No entanto, devido ao atual cenário, em decorrência da pandemia da COVID-19 que estabelece medidas sanitárias e distanciamento social, tivemos que alterar o método de validação.

Dessa forma, a validação da proposta foi realizada por meio da avaliação da SD, e de um questionário. A delimitação dos avaliadores foi feita através dos seguintes critérios: a) Ser licenciando do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná campus Curitiba; b) Estar matriculado na disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências e Biologia no corrente ano. A escolha desses parâmetros teve como premissa os avaliadores serem nossos pares na Licenciatura, e pela disciplina em questão possuir em sua ementa, entre outros conteúdos, metodologias ativas.

Ao contatar os licenciandos, foi explicada a finalidade da pesquisa para o desenvolvimento do presente trabalho, com o intuito de avaliar e validar a contribuição da SD para o ensino de genética sobre Tecnologias do DNA. No presente semestre, 30 alunos estão matriculados na disciplina, mas ao todo 10 licenciandos demonstraram interesse em participar voluntariamente desta etapa do trabalho.

Para o desenvolvimento da validação foi elaborado um formulário *on-line* (APÊNDICE 2), por meio da plataforma *Google Forms* que, além do arquivo da sequência didática, contém 10 questões, com duas perguntas abertas, sendo uma com a finalidade de avaliar a possibilidade da sequência ser destinada e aplicada para as turmas do terceiro ano do Ensino Médio, e outra com o campo sugestões para possíveis melhoramentos.

Este formulário foi disponibilizado entre os dias 5 e 25 de novembro do corrente ano.

Quanto a análise das respostas abertas, foi obtido apoio teórico-metodológico na Análise de Discurso Francesa, a qual, segundo Orlandi (2013), compreende-se:

Os dizeres não são, como dissemos, apenas mensagens a serem decodificadas. São efeitos de sentido que são produzidos em condições determinadas e que estão de alguma forma presentes no modo como se diz, deixando vestígios que o analista de discurso tem de apreender. São pistas que ele aprende a seguir para compreender os sentidos aí produzidos, pondo em relação o dizer com sua exterioridade, suas condições de produção. Esses sentidos têm a ver com o que é dito ali mas também em outros lugares, assim como com o que não é dito, e com o que poderia ser dito e não foi. Desse modo, as margens do dizer, do texto, também fazem parte dele. (ORLANDI, 2013, p. 30).

Assim, após o recebimento dos 10 formulários, foi realizada uma leitura de todas as respostas abertas tendo em vista encontrar repetição de sentidos, para serem reunidos em categorias, para posterior discussão. Os dados foram analisados a partir da leitura de todas as respostas do formulário, em seguida buscado as repetições de sentidos e, por fim, foram criadas as abordagens de análise, utilizadas para guiar a discussão dos resultados. Para preservar o anonimato dos participantes desta etapa do trabalho, indicaremos eles por licenciando e uma letra em ordem alfabética (Licenciando – A; Licenciando – B; Licenciando C e, assim sucessivamente).

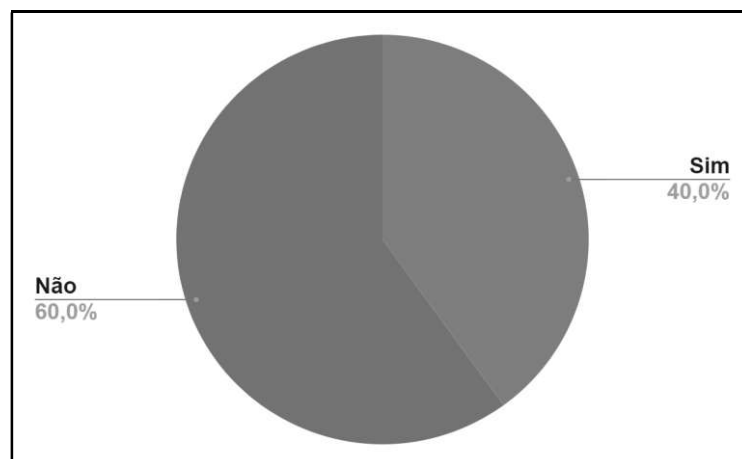
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta e discute os resultados do presente trabalho, que propõe uma sequência didática utilizando a aprendizagem por pares com a finalidade de contribuir para o ensino de Genética sobre as tecnologias do DNA. Tal sequência foi avaliada a partir da participação e análise de alunos da disciplina Metodologia do Ensino de Ciências e Biologia. Os dados serão organizados em três abordagens: 1) Sobre a Aprendizagem de Genética por Pares; 2) Sobre a estrutura e funcionamento da proposta; 3) Sobre as observações gerais.

4.1 SOBRE A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA POR PARES

Nessa categoria encontram-se os registros das perguntas do formulário que associam o uso da Aprendizagem por Pares ao ensino de genética e a sequência didática apresentada. Quando os licenciandos são questionados se já presenciaram o uso da metodologia de aprendizagem por pares sendo aplicada anteriormente, 60% responderam que não e 40% responderam que já presenciaram (FIGURA 13).

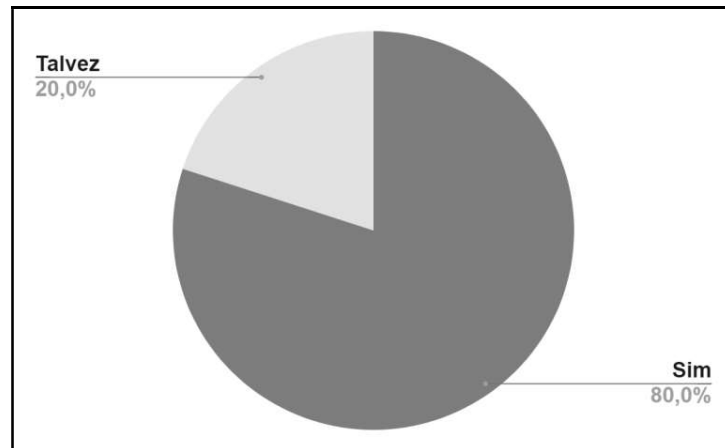
FIGURA 13 - LICENCIANDOS QUE JÁ PRESENCIARAM A METODOLOGIA ATIVA APRENDIZAGEM POR PARES EM SALA DE AULA



FONTE: As autoras (2021).

Já quando questionados se utilizariam a metodologia ativa AP em suas aulas, 80% dos alunos responderam que sim e 20% responderam que talvez (FIGURA 14).

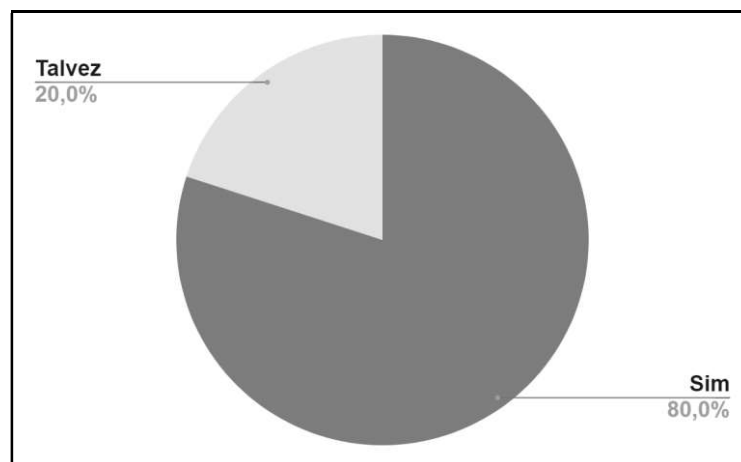
FIGURA 14 - PORCENTAGEM DE ALUNOS QUE UTILIZARIAM A METODOLOGIA AP



FONTE: As autoras (2021).

Em relação a sequência proposta, na questão se usariam a SD elaborada em sala de aula, 80% responderam que sim, e 20% responderam que talvez. Um dos participantes assinalou duas das alternativas disponíveis (FIGURA 15).

FIGURA 15 - APLICABILIDADE DA SD EM SALA DE AULA PELOS LICENCIANDOS



FONTE: As autoras (2021).

Isso nos mostra que a utilização da metodologia de aprendizagem por pares não é totalmente desconhecida e há interesse dos futuros docentes em utilizá-la em suas aulas. O que foi mencionado pelos licenciandos nos mostra o interesse na utilização da metodologia ativa em sala de aula, o que condiz com o que Mattar (2017) relata, em que após os anos 2000 houve um crescimento exponencial no interesse acadêmico em fundamentar as teorias e práticas nas metodologias ativas.

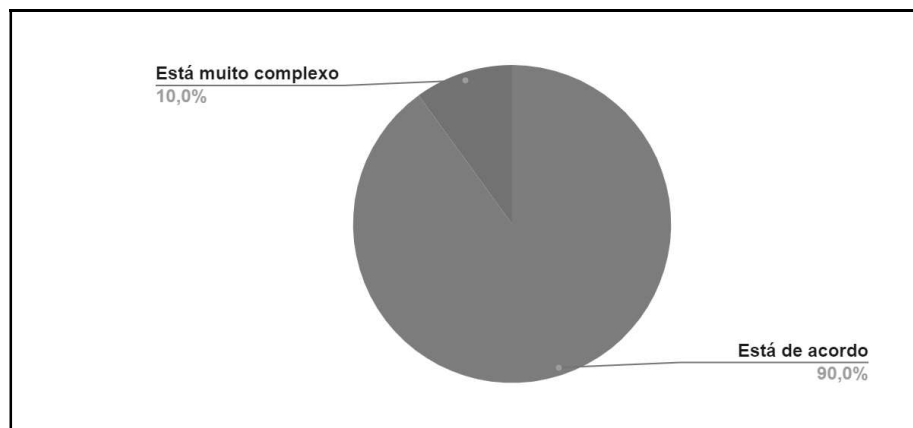
Em contrapartida, a maioria das respostas está vinculada à ausência em sala de aula da metodologia em questão, isso pode estar associado ao que é dito

por Vasconcellos (2004) o qual menciona que o ensino tradicional está instaurado no ensino de acordo com seu histórico. Sendo então, necessário uma formação continuada dos docentes que estão em atuação, tornando-se indispensável renovar suas metodologias de ensino e aprendizagem para uma melhoria na qualidade profissional do professor em sala de aula (RODRIGUES, 2019).

Dessa forma, o presente trabalho contribui na divulgação e no incentivo à utilização da Aprendizagem por Pares a partir da proposta de sequência didática utilizando a aprendizagem por pares no ensino de genética, resultando em um produto educacional que pode ser utilizado pelos docentes que estão em atuação.

Na questão sobre a coerência dos conteúdos de genética trabalhados para o terceiro ano do ensino médio na sequência, 90 % das respostas foram assinaladas que o conteúdo está de acordo com o que é ministrado no ensino médio, e 10% registrou que o conteúdo é muito complexo para o ano proposto (FIGURA 16).

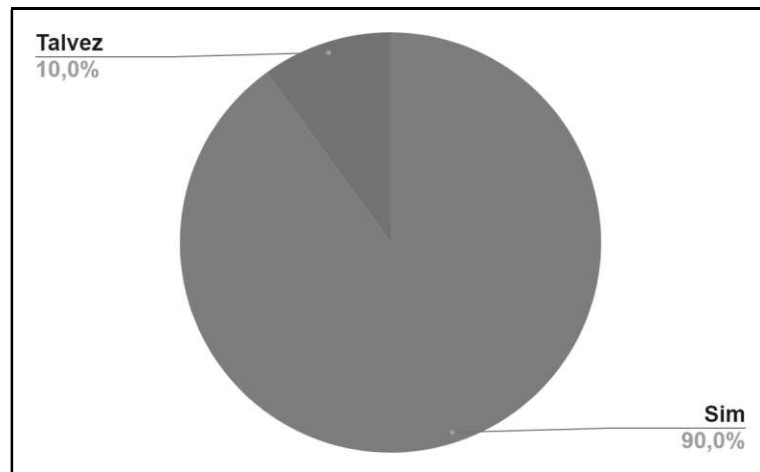
FIGURA 16 - COMPLEXIDADE DO CONTEÚDO DA SD EM RELAÇÃO AO ENSINO MÉDIO



FONTE: As autoras (2021).

Sobre o material de apoio disponibilizado na SD foi questionado se é considerado suficiente para auxiliar na aplicação da sequência, 90% responderam que sim e 10% que talvez (FIGURA 17).

FIGURA 17 - SUFICIÊNCIA DO MATERIAL DE APOIO PARA APLICAÇÃO DA SD



FONTE: As autoras (2021).

Os comentários dos licenciandos corresponde com a fundamentação da proposta, que foi escrita com base no Referencial Curricular do Paraná (2021), que tem como sugestão de temas a serem trabalhados Biotecnologias, organismos geneticamente modificados bioética, tendo como objeto de conhecimento as aplicações da engenharia genética, benefícios e malefícios da manipulação genética. Premissas que são contempladas ao longo da sequência a partir do material de apoio disponibilizado e aplicação da aprendizagem por pares estimulando os estudantes na análise e discussão da temática.

4.2 SOBRE A ESTRUTURA E O FUNCIONAMENTO DA PROPOSTA

Nessa segunda categoria encontram-se os registros das respostas do questionário relacionadas às considerações dos licenciandos a respeito da contribuição da SD apresentada, ao utilizar a metodologia ativa AP para ensinar tecnologias do DNA. Também constam as respostas sobre os recursos presentes na SD, tal como a ferramenta *Plickers*.

Ao avaliar a SD, 100% dos participantes responderam que a proposta de aprendizagem por pares pode contribuir no ensino de genética. Entre os participantes que justificaram têm-se os seguintes dizeres:

Usar metodologias ativas para ensinar, independente do assunto e da metodologia ativa utilizada, é uma forma mais interessante, eficiente e menos monótona do que o ensino passivo, em que os alunos só escutam o professor falar e depois aplicam uma prova para avaliar se o conteúdo foi

repassado. Em específico a aprendizagem por pares é uma ferramenta dinâmica, que gera o debate e construção do conhecimento a partir do aluno, então novamente repito, acredito que ela contribui para o ensino de Genética. (Licenciado - A)

Acredito que a Aprendizagem por Pares seja uma maneira muito boa de se ensinar qualquer conteúdo relacionado com Ciências e Biologia. A autonomia que a abordagem traz para o conhecimento do aluno é incrível e deve ser explorada. Creio que do mesmo jeito que é boa, pode ser frustrante se a participação da turma não ocorrer da forma como pensamos que vai. A aplicabilidade dessa metodologia deve ser revista de acordo com o interesse da turma em participar de tais atividades. (Licencianda – B)

Genética é um conteúdo que pode parecer meio abstrato para muitos alunos, dessa forma, se aqueles que conseguiram entender puderem explicar para os colegas seria algo muito proveitoso. Um colega pode usar uma linguagem muito mais próxima do outro aluno, o que facilita tanto a explicação de um conteúdo como a comunicação de uma dúvida. Ver um colega explicando deixa os alunos mais seguros de que aquele é um conteúdo que pode sim ser compreendido. (Licenciando – C)

O estudo de genética costuma ser um assunto bem difícil para os alunos que não gostam de biologia. São muitos nomes e detalhes que dificultam o aprendizado. Essa metodologia permite aprofundar e esclarecer as dúvidas dos alunos pós questão, na intenção de elucidar aqueles pontos de conhecimento não alcançados previamente. (Licencianda – D)

Por ser um assunto considerado complexo pelos estudantes no geral, uma dinâmica educativa diferente da tradicional, que fomente o protagonismo e discussões com os alunos é interessante, e considero importante, para uma aprendizagem ativa e significativa para os estudantes. (Licencianda – E)

A troca de informações entre os próprios alunos parece uma forma bem viável deles compartilharem as dificuldades que estão apresentando em relação ao assunto trabalhado e estimula a vontade de sanar as dificuldades por estar trabalhando com os colegas. (Licenciando – F)

Acredito que a discussão com os colegas é fundamental para a aprendizagem, além da interação aluno-professor. Pois instiga o senso crítico dos estudantes, e promove o trabalho em equipe. (Licencianda – G)

Essa metodologia incentiva os alunos, sendo assim tem a possibilidade de despertar curiosidade e interesse pela temática de genética, que por vezes não é bem trabalhada. (Licencianda – H)

Acredito que estimula a curiosidade, busca ativa pelo conhecimento e a fixação das informações encontradas. (Licencianda – I)

Pode contribuir sim, principalmente quando estimula o diálogo e as trocas de conhecimentos. (Licenciando – J)

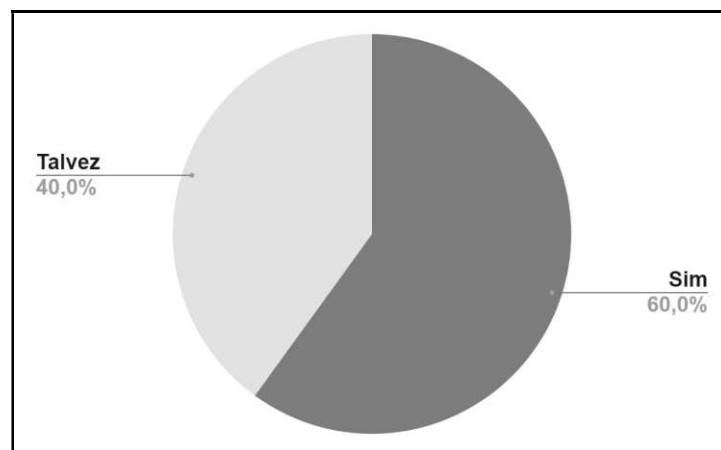
Nesta mesma perspectiva, Mattar (2017) afirma que a metodologia aprendizagem por pares visa um melhor aproveitamento da disciplina por parte dos alunos, a partir de testes e um aprendizado cooperativo por meio de discussões em sala de aula, quando comparados com o ensino tradicional, resultando em uma

melhora significativa nas avaliações e aprendizado. Como também observam Araújo e Mazur (2013), o fundamento desse método reside na interação social voltada para a aprendizagem dos conteúdos, a qual só acontece centralizando o aluno no processo educativo e o professor atuando como um mediador dessa aprendizagem dentro deste processo. É possível estimar que a sequência apresentada contém essas características a partir dos comentários dos licenciandos apresentados anteriormente, onde é citado que a sequência proporciona diálogo, desperta a curiosidade, os alunos compartilham suas dificuldades, há discussões, e resulta em uma aprendizagem para o aluno.

Quanto ao comentário do Licenciando B, no que diz respeito ao interesse e participação dos alunos na Aprendizagem por Pares, tomamos como pressuposto o que foi exposto por Pereira (2017), que nos diz em sua experiência de aplicação da AP em sala de aula que a responsabilidade de ter que se expor em grupos estimula o estudante a se preparar, e que o professor perceberá que os debates tenderão a ficar mais interessantes e intensos à medida que for crescendo a consciência dos estudantes sobre a sua responsabilidade em estudar.

A pergunta sobre o aplicativo *Plickers*, utilizado como ferramenta na aplicação da SD, 60% dos acadêmicos consideraram a ferramenta *Plickers* de fácil manuseio para os professores, já 40% assinala que talvez seja uma ferramenta de fácil manuseio (FIGURA 18).

FIGURA 18 - SOBRE A FERRAMENTA PLICKERS SER DE FÁCIL MANUSEIO



FONTE: As autoras (2021).

Contudo, quando questionados se eles elaborariam uma aula utilizando o aplicativo 100% responderam que sim.

Logo é possível estimar que a aplicação da metodologia aprendizagem por pares, utilizando a ferramenta *Plickers* para o ensino de genética pode contribuir para o processo de aprendizagem dos alunos a partir da avaliação dos acadêmicos, pois é uma dinâmica educativa diferenciada que estimula o diálogo e a discussão despertando o interesse dos alunos. De forma clara se aproxima com o que fala Crossgrove e Curran (2008) sobre a utilização de *clickers* em sala de aula no ensino de biologia, o qual apresenta uma resposta positiva no desempenho do estudante em sala e satisfação do educando ao fazer parte do modo ativo da sua formação.

4.3 SOBRE AS OBSERVAÇÕES GERAIS

Nessa abordagem, encontram-se os registros de comentários dos licenciandos sobre a SD apresentada, com o objetivo de aprimorar a metodologia ativa AP no ensino das tecnologias do DNA, com a finalidade de aproximar o material proposto com a realidade da sala de aula. Dentre os 10 licenciandos, 8 deram sua sugestão/ comentário. São eles:

Achei ótima a sequência de vocês. Completa, didática, fácil entendimento e instigante. Creio que a parte da aplicabilidade pode ser um pouquinho mais complicada para aulas em colégios públicos (como tudo na educação), tanto por termos que possam parecer um pouco complexos para os alunos (tais como as enzimas e protocolos que foram citados na aula 02, quanto pela procura e diálogo entre os alunos acerca do tema. Não sei se o conteúdo está colocado na série certa do Ensino Médio (onde eu trabalho a genética é trabalhada parcialmente no 9º ano e depois retomada mais profundamente na 1ª série), mas o assunto é interessantíssimo para qualquer faixa etária. Gostei muito da sequência e com certeza se tivesse a oportunidade tentaria aplicar essas ideias e utilizar esse aplicativo, já que é uma forma de se obter um feedback rápido sobre a aprendizagem dos alunos. Gostei muito da abordagem e desenvolvimento do trabalho. Parabéns, meninas! (Licenciada - B)

Acredito que a dupla conseguiu abordar o tema de uma forma muito interessante, com casos curiosos que aumentam a vontade do aluno se envolver no tema. No geral está muito bom e bem organizado. Parabéns, Ariane e Carol. (Licenciado - C)

[...] Gostei bastante do uso de notícias que trazem o conteúdo para o cotidiano dos alunos, tornando o assunto também mais interessante. (Licenciada - E)

A sequência didática apresentada está ótima, bem estimulante para trabalhar os assuntos no 3ºEM. (Licenciado - F)

Estou fazendo doutorado em genética e achei sensacional esta sequência didática com aprendizagem por pares. Acredito que realmente irá melhorar o ensino aprendizagem do conteúdo abordado. Nunca tive contato com o

Plickers, mas pelo exposto no trabalho penso que será uma ferramenta bastante útil para inovação das aulas de genética. Ademais, pela leitura de artigos científicos, sabemos que metodologias ativas tendem a trazer bons resultados no que diz respeito à construção de conhecimento pelos estudantes. E com esta SD tão bem elaborada, com perguntas pertinentes ao tema, fatos novos e reportagens interessantes, trabalho conjunto entre os colegas, o resultado não poderá ser diferente, se não positivo. (Licencianda G)

[...] gostei muito da sequência apresentada. (Licenciada - H)

Parabéns ao grupo! Achei a SD incrível, super didática e foi bem elaborada. (Licenciada - I)

Sugestões: - Penso ser importante normatizar a expressão "sequência didática" para "Sequência Didática", pois as vezes está em minúsculo e em outras vezes em maiúsculas as iniciais; - Normatizar também "aprendizagem por pares" para "Aprendizagem por Pares"; - As referências devem estar de acordo com a ABNT e percebi que na aula 1, estão apenas os links de acesso. Falta colocar o título das reportagens, sites, etc.. - Por fim, acho que todas as referências utilizadas devem estar ao final do arquivo no item "Referências". Espero ter contribuído e gostaria de parabenizar pelo trabalho [...]. (Licenciando J)

Quanto ao ensino de Genética, ao contrário do que a licencianda B mencionou, os conteúdos são compatíveis aos ensinados no terceiro ano do Ensino Médio de acordo com as competências específicas da BNCC que abordam a área de Biotecnologia, tais como tecnologias do DNA, entre outros (BRASIL, 2018).

As demais contribuições mencionadas muito se associam com a teoria de Camargo e Daros (2018), a qual menciona que a inovação em sala de aula, é uma forma de transformar a educação, sendo necessário estabelecer estratégias para potencializar um aprendizado mais interativo que esteja relacionado com situações reais dos alunos, desenvolvendo em sala de aula competências pessoais, profissionais e interpessoais por meio da prática colaborativa do ensino. Entre tantos assuntos a ser trabalhados, Casagrande (2006) afirma que a abordagem da genética fica mais próxima da vida dos alunos quando trabalha aplicações práticas que contribuem para a formação social do aluno por meio da participação ativa, ao exercer sua cidadania, e a partir da autonomia para debater e ter uma formação crítica sobre o tema.

A proposta também contempla os dizeres de Moraes (2008), quando refletimos sobre o aprendizado em ciências em uma perspectiva construtivista. Em sua epistemologia o conhecimento precisa ocorrer através do sujeito a partir de suas interações com o ambiente físico e cultural. A escola é um ambiente fundamental para ocorrer essa construção, inclusive dos seus conhecimentos científicos. Essa

prática pode ocorrer por meio de intervenções que o professor desenvolve em sala de aula como, atitudes pesquisadora e questionadora, agindo com mediação, flexibilização, problematização e diálogo.

Ao exercer a capacidade de aprender de forma crítica mais constrói-se e desenvolve-se o que Freire (2015) chamou de “curiosidade epistemológica”, sem a qual não se alcança o conhecimento pleno do objeto. A partir disso, faz-se a crítica e à recusa ao ensino bancário, o qual distorce a criatividade do aluno e do professor. Para Freire (2015): “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Assim, o educador democrático deve reforçar a capacidade crítica do aluno, sua curiosidade e sua insubmissão, como também deve agir para que o aluno aproxime-se dos objetos cognoscíveis. Ensinar vai além do tratamento do objeto ou do conteúdo superficial, é preciso também proporcionar condições em que aprender criticamente é possível. Condições essas, que exigem a presença de professores e alunos criadores, instigadores, inquietos, curiosos, humildes e persistentes. Portanto, nas verdadeiras condições de aprendizagem os alunos vão se transformando em reais sujeitos da construção e reconstrução do saber, com o auxílio do professor, também sujeito do processo.

Pereira (2017) relata em sua experiência com a AP e seus alunos, que a capacidade de ouvir outros colegas sobre o assunto torna-se a chave para aprendizados mais profundos dos estudantes. Desse modo, verifica-se o que Freire diz sobre o processo ensino-aprendizado: “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 2015).

Arroio (2013), menciona que a aprendizagem no campo da Ciências da Natureza vai além de apenas expor os conteúdos científicos. É necessário a compreensão dos métodos investigativos da ciência em situações do cotidiano, de modo que, desafie e engaje a criatividade, interpretação, imaginação, raciocínio e concepções do aluno, contribuindo na transformação do coletivo e sociedade como um todo. As notícias trabalhadas na sequência, com situações reais e atualizadas, desempenharam esse papel de aproximar o conteúdo científico com as atividades reais e aplicadas do ramo das tecnologias do DNA. Os debates propostos entre os pares tentam contemplar as competências mencionadas acima.

Por fim, as contribuições refletem o que Rodrigues (2019) menciona que a inovação metodológica na formação ativa dos professores contribui no processo de

ensino e avaliação da aprendizagem quando integrada a tecnologias digitais atrativas. No entanto, os professores necessitam adquirir competências para estar preparados frente às evoluções da tecnologia na educação e dos modelos pedagógicos transformadores, realizados por meio de abordagens mais ativas e direcionadas a situações e problemas reais da sociedade. Para que a integração dessas metodologias inovadoras na escola ocorra, e sendo os professores os principais agentes no decorrer desse processo, é indispensável a formação e apoio, juntamente com metodologias adequadas, para que sintam-se competentes a integrá-las em seu panorama profissional, seja na formação inicial ou na formação continuada. Dessa forma, a proposta contribui para essa formação ativa pois foi significativo o interesse dos licenciandos em utilizar a metodologia, além do mais ela tende a ser inovadora pois o produto educacional proposto é inédito na área da metodologia de Aprendizagem por Pares no ensino de genética.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observado, o ensino de genética tem apresentado obstáculos em termos de processo de ensino-aprendizagem, em que muitas vezes os professores desenvolvem unicamente aulas expositivas e os alunos pouco interagem em sala de aula, apresentando dificuldades na compreensão dos conteúdos. O uso de metodologias ativas, apesar de não ser recente, surge como uma alternativa ao ensino expositivo/tradicional, ao buscar contribuir com o desenvolvimento do processo de aprendizagem contextualizando com as diferentes práticas sociais. Além do potencial de despertar a curiosidade dos alunos, favorece a autonomia e o fortalecimento da percepção do aluno como sujeito ativo na busca de seu conhecimento.

Nessa perspectiva, o presente trabalho contribuiu com a disponibilização de um produto educacional que embasa a aplicação da Sequência Didática ao aliar a Aprendizagem por Pares com o enfoque no ensino de genética na área de tecnologias do DNA. A SD elaborada e validada também buscou tornar as aulas mais interessantes com o auxílio de notícias de casos reais e intrigantes, inseridos no contexto histórico-cultural e socioambiental local e mundial.

Apesar de não ter sido possível aplicar a sequência didática na rede pública de ensino, devido a pandemia da Covid-19, a colaboração dos licenciandos em Ciências Biológicas, considerados nossos pares acadêmicos, ao responder o formulário de avaliação da sequência contribuíram significativamente para fomentar nossos resultados e nossa discussão visando validar os propósitos da sequência que contempla reduzir as dificuldades e interferências encontradas no ensino de Genética, a partir de uma aula inovadora utilizando a metodologia ativa aprendizagem por pares, tornando a aula mais atrativa, estimulando os alunos a construir um aprendizado mais construtivista e ajudá-los a desenvolver a comunicação, a argumentação e o criticismo, habilidades fundamentais na nossa sociedade.

Nós como futuras professoras compreendemos a importância da construção do conhecimento em sala de aula e a busca por inovações no processo de ensino. Desse modo, visamos colaborar com a divulgação dessa metodologia e com a formação inicial e continuada dos professores de biologia, que buscam novas formas

de mobilizar seus alunos e que desejam um ensino com uma maior interação no processo da construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ARROIO, A. O ensino de ciências da natureza para uma sociedade contemporânea. Separata de: CARVALHO, A. M. P. **Formação de Professores: múltiplos enfoques**. 1. ed. São Paulo: Sarandi, 2013. p. 165-179.

BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 01-23.

BRASIL. Lei nº 13.145, de 13 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 35, 17 fev. 2017. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, p. 01-17, 2018.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CROSSGROVE, K.; CURRAN, K. L. Using clickers in non majors-and majors-level biology courses: student opinion, learning, and long-term retention of course material. **Life Sciences Education**, v. 7, n. 1, p. 146, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Tradução Anísio Teixeira. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LEMES, N. **Argumentação, livro didático e discurso jornalístico: vozes que se cruzam na disputa pelo dizer e silenciar**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas de rede municipal de Recife. **Ensaio: Avaliação e Políticas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 52, p. 397-412, 2006.

LEITÃO, I. A. **Os diferentes tipos de avaliação: Avaliação formativa e avaliação somativa**. 82 p. Relatório de estágio do Mestrado em Ensino de Filosofia no Ensino Secundário - Universidade Nova de Lisboa - UNL. Lisboa, Estremadura, Portugal, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10362/13803>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

MACEDO, K. D. S. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. **Escola Anna Nery**, v. 22, n. 3, 2018.

MATTAR, João. **Metodologias ativas para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017. p. 01-77.

MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000900018>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

MORAES, R. et al. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EdPUCRS, 2008.

MOTA, A. R.; ROSA, C. T. W. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**. v. 25, n. 2, p. 261–276, 2018. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161>>. Acesso em: 02 nov. 2021.

MOURA, J. et al. *Biologia/Genética: O ensino de Biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão*. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2013v34n2p167>>. Acesso em: 14 out. 2021.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: princípios e procedimentos**. 11. ed. Campinas: Pontes, 2013.

PARANÁ. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná, 2021. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

PEREIRA, F. I. Aprendizagem por pares e os desafios da educação para o senso crítico. **International Journal on active learning**, v. 2, n. 1, p. 6-12, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.15202/25262254.2017v2n1p6>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

PIOVESAN, J. *et al.* **Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem**. 1. ed. – Santa Maria, 2018. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/07/MD_Psicologia-do-Desenvolvimento-e-da-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

PLICKERS. Disponível em: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 02 nov. 2021.

PORTAL MARATIMBA. Disponível em: <<https://portalmaratimba.com.br/aplicativo-plickers-transforma-o-modo-de-aplicar-avaliacoes-em-escolas-do-es/>> Acesso em: 02 nov. 2021.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RODRIGUES, A. L. **Aprendizagem ativa: como inovar na sala de aula**. Lisbon International Press. Lisboa, 2019.

SANTOS, A. L. C.; *et al.* Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas da rede pública na Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.4, p.21959-21973, 2020.

SANTROCK, J. W. **Psicologia Educacional**. 3. ed. Universidade do Texas em Dallas. 2008

SOARES, R. G.; ENGERS, P. B.; COPETTI, J. Formação docente e a utilização de metodologias ativas: uma análise de teses e dissertações. **Ensino & Pesquisa**, 2019.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15. ed. São Paulo: Libertad, p. 01-35, 2004.

VIÇOSA, C. S. C. L.; *et al.* Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez: saberes de professores pertencentes à Tríplice Fronteira entre Argentina, Brasil e Uruguai. **Ensino & Pesquisa**, 2020.

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. **Journal of Biological Education**, v. 35, n. 1, p. 29-36, 2000.

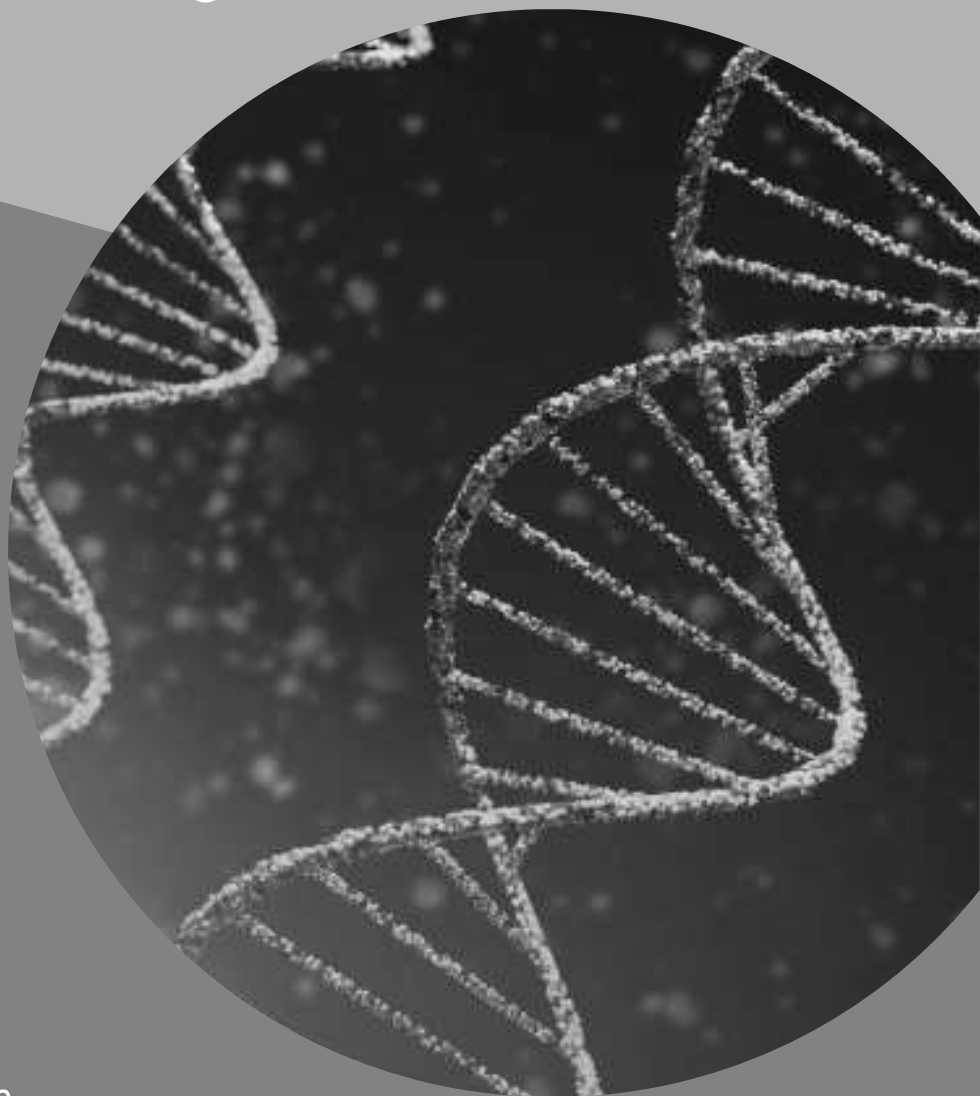
XAVIER. M. C. F. A nova biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, v. 3, p. 275-289, 2006.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**Aprendizagem por Pares no Ensino
das Tecnologias do DNA**



Ariane Monteiro Simm

Carolina Derkacz

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

APRESENTAÇÃO

A presente Sequência Didática (SD) foi desenvolvida como produto do TCC intitulado "Aprendizagem por Pares no Ensino de Genética: Análise de uma Sequência Didática para o Ensino Médio". A SD foi elaborada com o objetivo de subsidiar o trabalho docente na aplicação das metodologias ativas, em específico a Aprendizagem por Pares (AP) tendo como assunto as tecnologias do DNA.

Este material apresenta uma sequência de atividades pensadas para aproximar a realidade dos alunos ao ensino das tecnologias do DNA através de notícias vinculadas com conteúdo teórico, direcionada para os alunos do 3º ano do Ensino Médio.

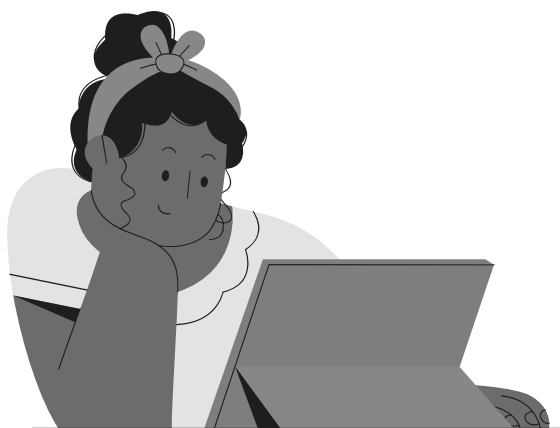
Como forma de avaliação e também como meio de aplicação da metodologia ativa AP, foi utilizado o aplicativo *Plickers*. Essa ferramenta educacional foi projetada tendo a acessibilidade como prioridade, respeitando a realidade da grande maioria dos ambientes educacionais, já que não há necessidade de dispositivos ou contas para os alunos, apenas para a professora.

A plataforma viabiliza o uso da metodologia ativa AP, pois possibilita a professora avaliar o nível de compreensão dos alunos referente ao conteúdo e estimular debates a fim de aperfeiçoar as habilidades de argumentação dos estudantes.

Esperamos que a SD possa auxiliar professores de biologia que buscam novas formas de motivar seus alunos e que desejam um ensino com uma maior interação no processo da construção do conhecimento.

Cordialmente,

Ariane Monteiro Simm e
Carolina Derkacz



SOBRE A METODOLOGIA ATIVA APRENDIZAGEM POR PARES

As metodologias ativas possuem como premissa principal a participação efetiva dos estudantes em sala de aula. Uma das estratégias de ensino dentro das metodologias ativas é a Aprendizagem por Pares, que tem como objetivo promover a aprendizagem de conteúdos através da interação entre os estudantes. Segundo Mazur (2013), essa mudança na dinâmica escolar traz resultados positivos na aprendizagem conceitual de conhecimentos científicos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

Essa metodologia consiste na professora¹ disponibilizar e direcionar os estudantes para o estudo antecipado de conteúdos que serão abordados em aula. Assim, em sala de aula a professora irá realizar uma breve exposição oral para reforçar os conceitos principais da temática e em seguida apresentar aos alunos um questionamento, de preferência de múltipla escolha, em que os alunos devem responder com os cartões resposta. O objetivo é avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos mais importantes apresentados e verificar o impacto da interação entre eles. A partir da votação a aula segue a dinâmica explicada na [Aula 03](#) que também servirá como base para a [Aula 04](#).



¹ Utilizaremos o substantivo “professora” no gênero feminino, não desconsiderando a força de trabalho masculina, mas por acreditarmos na importância da valorização das mulheres na ciência.

FERRAMENTA *Plickers*

O que é?

Plickers é uma ferramenta educacional gratuita disponível na versão web e aplicativo para dispositivos móveis, usado na administração de testes rápidos, permitindo a professora escanear as respostas e conhecer em tempo real o entendimento de conceitos e pontos chaves de uma aula. Além disso, o aplicativo gera e salva automaticamente o desempenho individual dos alunos, criando gráficos e dados.

Através do aplicativo instalado no celular, a professora consegue escanear da câmera de seu celular os cartões resposta que os alunos devem erguer com a opção escolhida para a questão aplicada.



O que é preciso?



Através do computador ou notebook, a professora deve acessar o site www.plickers.com para criar uma conta, adicionar o nome dos alunos dentro das turmas criadas, e cadastrar as questões, previamente a aula.



Por meio do dispositivo móvel, a professora deve instalar o aplicativo *Plickers* que tem como função digitalizar os cartões em sala de aula para registrar as respostas dos alunos.



Imprimir os cartões resposta disponíveis gratuitamente no site *Plickers*. Há conjuntos de cartões do número 1-40, ou do 1-63, conforme o tamanho e a necessidade de sua turma.

Obs: É possível reutilizá-los várias vezes e em diferentes turmas, para isso aconselha-se plastificar e/ou colar em uma superfície mais rígida como papelão ou papel cartão.



FERRAMENTA *PLICKERS*

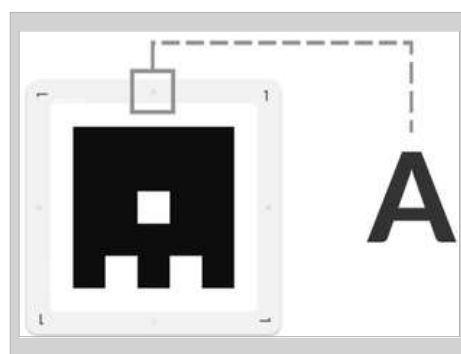
Como funciona?

Para utilizar a plataforma é preciso:

- Criar uma conta no site www.plickers.com e cadastrar turmas e adicionar os alunos. Para cada aluno será atribuído um número que deverá corresponder ao número presente no cartão resposta que receberá posteriormente;
- Criar as questões de múltipla escolha e/ou de verdadeiro ou falso;
- Imprimir os cartões resposta e distribuí-los conforme o número atribuído para cada um dos estudantes;
- Na sala de aula, a professora aplicará as questões e os alunos devem responder segurando seus cartões resposta de maneira que a opção escolhida esteja orientada na borda superior do cartão;
- Com o aplicativo instalado no dispositivo móvel da professora, será possível escanear os cartões para coletar instantaneamente as respostas dos alunos;
- Concluída essa etapa, os resultados ficarão disponíveis no site para a análise do desempenho individual e coletivo dos estudantes.



FONTE: Portal Maratimba (2019).



FONTE: Modificado de Plickers (2021).

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Título: Aprendizagem por Pares no ensino das tecnologias do DNA.

Público alvo: Terceiro ano do ensino médio.

Número de aulas: 6 aulas.

Desenvolvimento: No decorrer das seis aulas, uma aula deve ser destinada para levantamento prévio do conhecimento dos alunos sobre a temática, a segunda aula para a exposição dialogada sobre as tecnologias do DNA e as 4 últimas aulas para retomada de conteúdo e aplicação da metodologia ativa Aprendizagem por Pares.

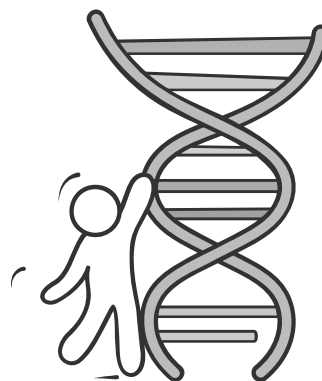
Conteúdo geral: Genética.

Conteúdo específico: Tecnologias do DNA.

Objetivo da Sequência: A partir da metodologia ativa Aprendizagem por Pares, incentivar professores a trabalhar com os alunos uma aprendizagem mais autônoma e significativa, contribuindo para uma construção e apropriação de conhecimento da genética em aplicações reais do cotidiano.

Recursos: Quadro de giz, notícias, fichas ilustrativas, textos, vídeos, cartões respostas, ferramenta *Plickers*, dispositivo móvel.

Avaliação: Avaliação diagnóstica, a partir de perguntas e debates com a finalidade de verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre a temática, na primeira aula. Método formativo nas demais aulas, através do acompanhamento da participação dos estudantes na dinâmica de perguntas e respostas, o envolvimento nos debates, e as justificativas para as respostas apresentadas.



COMPETÊNCIA ESPECÍFICA E HABILIDADES

De acordo com a BNCC e o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná

A presente SD compreende a Competência Específica 3, segundo a BNCC: "Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais [...]" (BRASIL, 2018, p. 558).

Ao compreender processos como transmissão, expressão e alterações gênicas, espera-se que os estudantes possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Além disso, tais conhecimentos permitem que os estudantes sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta (PARANÁ, 2021).

UNIDADE TEMÁTICA IV GENÉTICA

Habilidades da Área de Conhecimento

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

ORIENTAÇÃO DIDÁTICA

Baseada na metodologia ativa Aprendizagem por Pares, proposta por Mazur (2013), consiste em uma dinâmica de estudo prévio, votação sobre questões conceituais, e debate entre os estudantes.

Nas primeiras aulas deve ser explorado o conhecimento prévio dos alunos assim como a introdução sobre o assunto das tecnologias do DNA.

Nas aulas 03 e 04 será desenvolvida a metodologia AP. A professora deve aplicar a questão conceitual após uma breve exposição dialogada do conteúdo, e então realizar a votação com os alunos através dos cartões resposta, em que o resultado deve ser verificado por meio do aplicativo móvel *Plickers*. Conforme a porcentagem de acertos da turma, a professora deve seguir as orientações abaixo:

- Abaixo de 30%, realizar uma nova exposição dialogada, a fim de elucidar o assunto e assim realizar uma nova votação visando acertos superiores a 30%.
- Entre 30% e 70% de acertos, organizar a sala em pequenos grupos de até 4 alunos, de preferência entre alunos com respostas conflitantes, para estimular a argumentação e o debate até o grupo chegar a um consenso, assim como uma justificativa para a escolha da resposta. A seguir deve ser aplicada uma segunda votação.
- Acima de 70% de acertos, seguir para a próxima questão, com a possibilidade de comentar a questão rapidamente para sanar possíveis dúvidas que ainda possam existir.



Aula 01

Tempo previsto: 50 minutos.

Conteúdo privilegiado: Aplicações das tecnologias do DNA.

Descrição das atividades: A partir da apresentação de notícias referentes às tecnologias do DNA, a professora irá instigar seus alunos a dialogar sobre seus pontos de vista em relação ao assunto. A professora deve iniciar com as perguntas sugeridas e ir conduzindo a aula conforme o conhecimento dos alunos. Para cada notícia será realizada uma pergunta em que os estudantes devem responder de acordo com o assunto.

Objetivo geral: Avaliar o conhecimento prévio referente a temática de tecnologias do DNA.

Objetivos específico em relação ao estudante:

- Descrever quais são as tecnologias do DNA.
- Exemplificar e compreender suas aplicações.
- Debater os diferentes pontos de vista sobre as tecnologias relacionadas ao DNA.

Recursos: Notícias e quadro de giz.

Avaliação: Avaliação diagnóstica, a partir de perguntas e debates a fim de verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre a temática.

ATIVIDADES: Os alunos devem ler as notícias relacionadas ao assunto da aula apresentadas pela professora e em seguida as questões abaixo devem ser aplicadas para avaliar o conhecimento prévio dos alunos:

- O que você compreende por teste de DNA? Você já ouviu esse termo antes? Onde?
- A sigla PCR começou a aparecer com mais frequência com o surgimento da COVID-19. Você sabe o que essa sigla significa? Você sabe para que serve uma PCR?
- Sem perceber consumimos alimentos transgênicos. Você sabe o que é um organismo geneticamente modificado?
- O que você imagina quando falamos de clonagem biológica, envolvendo seres vivos?

Anexo:

Notícias usadas na atividade para avaliação do conhecimento prévio dos alunos:

Notícia 1

Veja como funciona o rastreo de pessoas desaparecidas através do teste de DNA

Qualquer pessoa que deseja localizar um parente desaparecido pode ir até um posto e solicitar a coleta do material genético. São 229 postos no país. Saiba como achar o mais próximo de você.

Por Fantástico
13/09/2021 17h34 - Atualizado há um mês

Notícia 2

Teste de Covid-19 por saliva utiliza técnica mais simples e barata que o RT-PCR; veja perguntas e respostas

Teste do tipo RT-LAMP chegou às farmácias brasileiras no fim de dezembro, com resultado que sai em até 24 horas. Especialistas explicam nova técnica.

Por Thaís Matos, G1
08/01/2021 06h00 - Atualizado há 9 meses

Notícia 3

Governo autoriza importação de mais uma variedade de milho transgênico dos EUA

Regra que dá mais segurança à compra de grãos modificados de outros países também foi atualizada. Medida atende a pedido de criadores de aves e suínos, que enfrentam alta dos custos com ração. No Brasil, 96% da produção de milho já é de grãos transgênicos.

Por Paula Salati e Vivian Souza, G1
17/06/2021 16h20 - Atualizado há 4 meses

FONTE: Globo (2021).

Notícia 4

As células produtoras de insulina são obtidas por clonagem

Uma equipe internacional obtém uma eficaz derivação de células-tronco por transferência nuclear. A técnica volta à linha de frente da pesquisa

FONTE: El país (2014).

Referências (sugestões para a professora):

Notícia 1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2021/09/13/veja-como-funciona-o-rastreo-de-pessoas-desaparecidas-atraves-do-teste-de-dna.ghtml>>.

Notícia 2. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2021/01/08/teste-de-covid-19-por-saliva-utiliza-tecnica-mais-simples-e-barata-que-o-rt-pcr-veja-perguntas-e-respostas.ghtml>>.

Notícia 3. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/06/17/governo-autoriza-importacao-de-mais-uma-variedade-de-milho-transgenico-dos-eua.ghtml>>.

Notícia 4. Disponível em:

<https://brasil.elpais.com/brasil/2014/04/28/sociedad/1398683058_460776.html>.

Aula 02



Tempo previsto: 50 minutos.

Conteúdo privilegiado: Técnicas do DNA recombinante, transgênicos, clonagem, sequenciamento genético, genética forense, e teste de paternidade.

Descrição das atividades: A partir de uma apresentação expositiva dialogada, deve ser apresentado as tecnologias do DNA, sendo elas, DNA recombinante, transgênicos, clonagem, sequenciamento genético, teste de DNA, como o teste de paternidade e genética forense. Junto serão apresentadas ilustrações que representam cada técnica para uma melhor visualização e compreensão dos alunos.

Objetivo geral: Proporcionar um embasamento teórico sobre as tecnologias do DNA.

Objetivos específico em relação ao estudante:

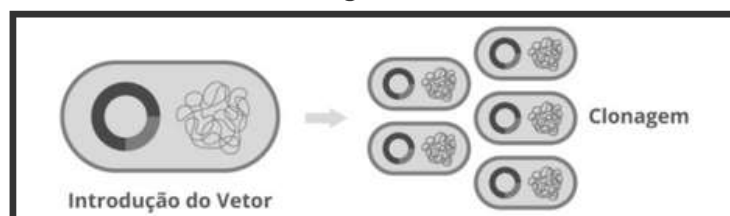
- Conhecer e apropriar-se de termos e técnicas relacionadas com as tecnologias do DNA.

Recursos: Quadro de giz, fichas ilustrativas.

ATIVIDADES: A professora deve entregar aos alunos as fichas ilustrativas (como as sugeridas em anexo) e explicar cada tecnologia, citando exemplos de aplicação e aproximando a temática ao cotidiano do estudante.

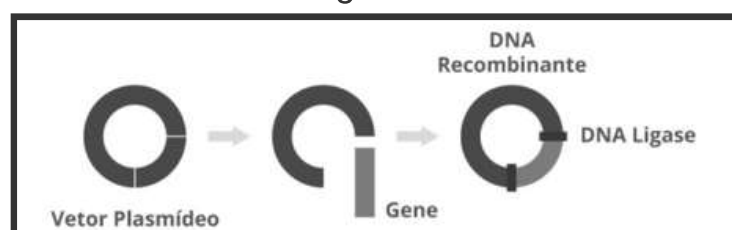
Anexo:

Figura 1



FONTE: Kasvi (2021).

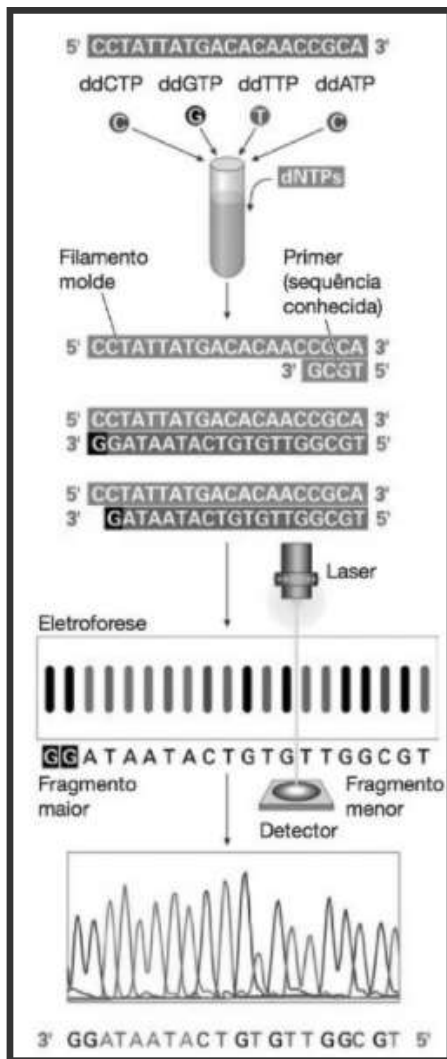
Figura 2



FONTE: Kasvi (2021).

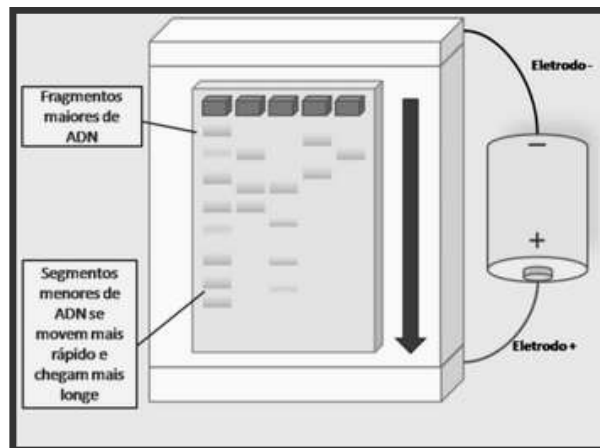
Anexo:

Figura 3



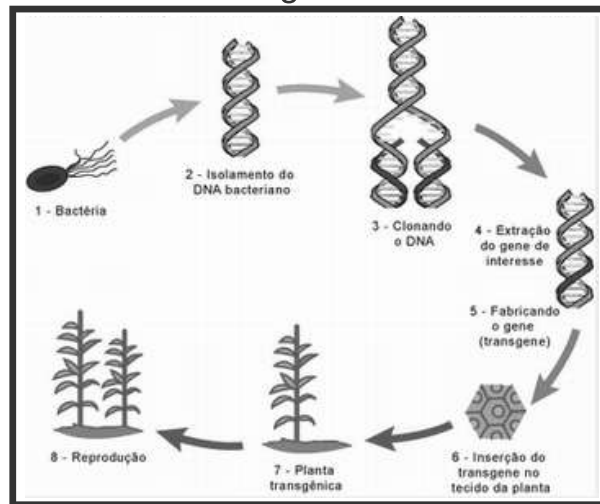
FONTE: Biometrix.

Figura 4



FONTE: Eu quero Biologia.

Figura 5



FONTE: Portal do Professor.

Referências (Sugestões para a professora):

Figura 1 e 2. Os princípios da clonagem molecular: DNA recombinante. Disponível em: <https://kasvi.com.br/clonagem-molecular-dna-recombinante/>.

Figura 3. Sequenciamento de DNA: Desvendando o código da vida. Disponível em: <https://www.biometrix.com.br/sequenciamento-dna-desvendando-codigo-da-vida/>.

Figura 4. Como funciona a Eletroforese: Definição, características e tipos. Disponível em: <https://www.euquerobiologia.com.br/2017/08/como-funciona-eletroforesehtml>.

Figura 5. Portal do Professor - Transgênicos: a produção de alimentos geneticamente modificados no Brasil. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25776>.

Aula 03

Tempo previsto: 100 minutos.

Conteúdo privilegiado: DNA recombinante, transgênicos, e clonagem.

Descrição das atividades: A professora deve expor brevemente, os principais aspectos da transgenia e clonagem, e relacioná-los com a tecnologia do DNA, através de notícias, diálogos e vídeos que remetam ao assunto. Logo após a exposição dialogada a professora deve aplicar a questão conceitual, em que cada aluno individualmente deverá erguer o cartão resposta e elaborar uma justificativa. A professora então com o auxílio da câmera de seu celular deve escanear os cartões resposta através do aplicativo móvel *Plickers*, e assim terá acesso imediato às respostas dos alunos. Conforme a porcentagem de acertos, a professora deve seguir as orientações da metodologia Aprendizagem por Pares, citado na Orientação Didática. Mesmo que a porcentagem de acertos seja superior a 70%, aconselha-se que a professora incentive os alunos que acertaram a questão a expor e justificar sua resposta para que os alunos que não responderam corretamente a questão consigam refletir sobre.

Toda a dinâmica das votações e debates deve durar em torno de 40 minutos para cada questão.

Objetivo geral: Compreender os conceitos de DNA recombinante, transgênicos, e clonagem e relacionar com cotidiano

Objetivos específicos em relação ao estudante:

- Diferenciar o que são organismos geneticamente modificados e organismos clonados.
- Identificar os processos utilizados para obtenção desses resultados.
- Registrar quais produtos transgênicos são encontrados no dia a dia.
- Relacionar os prós e contras desses dois processos.
- Debater sobre suas utilizações.

Recursos: Textos impressos/ apresentados em mídia, vídeo, retroprojeter ou dispositivo conectado a internet, celular, cartões resposta, papel e caneta.

Avaliação: Método formativo, através do acompanhamento da participação dos estudantes na dinâmica de perguntas e respostas, envolvimento nos debates, e as justificativas para as respostas apresentadas.

ATIVIDADES: A professora deve seguir a metodologia ativa AP, iniciando com uma breve exposição sobre o assunto e em seguida aplicar a questão conceitual e a votação com os alunos. O intermédio da professora é bem-vindo em todas as etapas que se fizerem necessárias para complementação do conteúdo.

Exposição dialogada 1: A professora deve iniciar a aula lembrando brevemente como é realizado o procedimento de transgenia. Em seguida, deve distribuir para metade dos alunos o texto 1, e para a outra metade da turma o texto 2. Em seguida deve aplicar a questão conceitual abaixo:

Questão conceitual: A utilização de animais e plantas transgênicas está cada vez mais presente nos dias atuais. Considerando seus benefícios, nós devemos aproveitar ao máximo o que essa técnica tem a nos oferecer, pois seu uso não traz prejuízo algum para a sociedade e para a natureza. Essa afirmação está correta? Justifique sua resposta e debata com o colega que pensa o contrário.

A- Sim B- Não

Exposição dialogada 2: Após assistir o vídeo sobre o cultivo da Araucária em laboratório através de processos de clonagem, a professora deve abordar sucintamente o assunto sobre como é realizado o procedimento de clonagem.

Questão conceitual: A partir do vídeo assistido, sabemos que é possível desenvolver clones de Araucárias. O trabalho do pesquisador Flávio Zanetti vem contribuindo para a recuperação da espécie levando um tempo de crescimento menor do que o natural esperado. Contudo essas mudas clonadas serão plantadas em locais diferentes, ficando expostas a diversos fatores externos, com isso podemos afirmar que essas araucárias possuirão:

- A- genótipos e fenótipos idênticos;
- B- genótipos idênticos e fenótipos diferentes;
- C- genótipos variados e fenótipos idênticos;
- D- genótipos e fenótipos variados;

Anexo:

Texto 1



FONTE: Embrapa (2017).

Texto 2



FONTE: Greenpeace (2005).

Vídeo



FONTE: GSHOW (2021).

Referências (Sugestões para a professora):

Texto 1. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>.

Texto 2. Disponível em: <http://greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/cartilha.pdf>.

Vídeo (4'50"). Disponível em: <https://gshow.globo.com/RPC/Estudio-C/noticia/como-plantar-uma-araucaria-em-casa.ghtml>.

Aula 04

Tempo previsto: 100 minutos.

Conteúdo privilegiado: Sequenciamento genético, teste de paternidade e resolução de crimes.

Descrição das atividades: A professora deve expor brevemente, os principais aspectos do sequenciamento genético, teste de paternidade e resolução de crimes e relacioná-los com a tecnologia do DNA, através de notícias e diálogos que remetem ao assunto. Logo após a exposição dialogada a professora deve aplicar a questão conceitual, em que cada aluno individualmente deverá erguer o cartão resposta e elaborar uma justificativa. A professora então com o auxílio da câmera de seu celular deve escanear os cartões resposta através do aplicativo móvel *Plickers*, e assim terá acesso imediato às respostas dos alunos. Conforme a porcentagem de acertos, a professora deve seguir as orientações da metodologia Aprendizagem por Pares, citado na Orientação Didática. Mesmo que a porcentagem de acertos seja superior a 70%, aconselha-se que a professora incentive os alunos que acertaram a questão a expor e justificar sua resposta para que os alunos que não responderam corretamente a questão consigam refletir sobre.

Objetivo geral: Apresentar os processos de sequenciamento genético, e explicar como as tecnologias do DNA auxiliam nos testes de paternidade e na resolução de crimes.

Objetivos específicos em relação ao estudante:

- Constatar a importância do DNA e suas tecnologias para a medicina forense e preventiva.
- Ilustrar os demais casos em que pode ser utilizada.
- Argumentar sobre a relevância de seu uso.

Recursos: Notícias impressas ou apresentadas em mídia, retroprojetor ou dispositivo conectado a internet, celular, cartões resposta, papel e caneta.

Avaliação: Método formativo, através do acompanhamento da participação dos estudantes na dinâmica de perguntas e respostas e o envolvimento nos debates, e as justificativas para as respostas apresentadas.

ATIVIDADE: A professora deve iniciar a aula expondo os principais aspectos do sequenciamento genético através da notícia apresentada e da exposição dialogada.

Exposição dialogada 1: O sequenciamento genético determina a ordem (a sequência) de todas as bases nitrogenadas do genoma de um organismo, ou seja, de toda a informação hereditária contida no DNA (ou RNA, no caso de alguns vírus). Uma equipe com duas brasileiras conseguiu sequenciar o genoma completo do novo coronavírus, em apenas 48 horas (Notícia 1). O estudo visava acompanhar a evolução do vírus.

Questão conceitual: Como vimos na notícia, o sequenciamento genético do coronavírus pretendia, entre outras coisas, auxiliar o desenvolvimento de vacinas contra a COVID-19. Dessa forma, sequenciar um genoma também pode ser aplicado nos seguintes casos, exceto na alternativa:
(Justifique sua resposta e debata com o colega que pensa o contrário).

A- Aconselhamento genético - analisa as chances de um casal transmitir doenças hereditárias para o filho, dessa forma avalia as doenças que poderão ser transmitidas aos seus descendentes e as formas de evitá-la ou tratá-las previamente;

B- Auxilia nos estudos que investigam a incidência e a prevalência de doenças infecciosas, contribuindo com a prevenção destes casos;

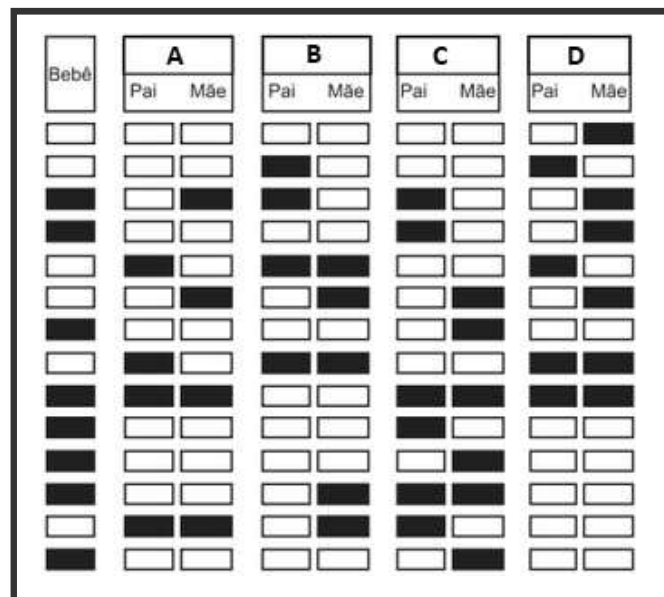
C- Permite a identificação de genes que causam ou que contribuem para doenças genéticas, como o câncer, o que aumenta a capacidade de diagnosticar doenças na fase inicial por meio de testes genéticos e a probabilidade de cura;

D- Medicina personalizada - criação de drogas específicas para cada tipo de doença e de indivíduo, aumentando sua eficácia e reduzindo os efeitos colaterais;

Exposição dialogada 2: Apresentar a notícia sobre o caso do bebê perdido após o Tsunami e comentar sobre a técnica para preparação da análise de DNA.

Questão conceitual: O teste de paternidade consiste em extrair DNA através do sangue coletado da mãe, da criança e do suposto pai. O DNA de cada um é tratado pelas mesmas enzimas de restrição, e os fragmentos obtidos são separados, formando-se, assim, o padrão de bandas de cada indivíduo.

Comparando o padrão da mãe com o da criança, certamente haverá bandas coincidentes por causa da herança genética, já que metade do DNA da criança vem da mãe e a outra metade do pai. Assim, as bandas da criança que não corresponderem às da mãe, devem corresponder às do pai biológico. Sabendo que é preciso haver essa compatibilidade de bandas entre a criança e os supostos pais, quais dos casais abaixo podem ser considerados pais biológicos do bebê?



- A- Casal A;
- B- Casal B;
- C- Casal C;
- D- Casal D;

Exposição dialogada 3: Apresentar a notícia sobre o caso Rachel Genofre, para os alunos lerem e destacar a importância do sistema de bancos de DNA.

Questão conceitual: Leia o trecho da reportagem sobre o caso Rachel Genofre, que cita o sistema responsável pela identificação do responsável pelo crime.

Agora responda:

Em uma cena de crime, qual das evidências a seguir podem conter amostras de DNA para uma possível identificação do criminoso? (Justifique sua resposta e debata com o colega que pensa o contrário).

- I - Bituca de cigarro;
- II - Cabelo cortado;
- III - Roupa com respingo de sangue;
- IV - Cotonete usado;

- A - I, II e III;
- B - II, III e IV;
- C - I, II e IV;
- D - I, III e IV;

Anexo:

Notícia 1

CIÊNCIA

As brasileiras que lideraram o sequenciamento do novo coronavírus

Equipe conseguiu divulgar sequência completa do genoma viral apenas 48 horas após a confirmação do primeiro caso da doença no Brasil; estudo ajudará no desenvolvimento de vacinas

FONTE: Revista Galileu (2020).

Anexo:

Notícia 2

Teste de DNA confirma paternidade de bebê perdido no tsunami

Um casal do Sri Lanka que alegava ser os pais de um bebê encontrado após o tsunami que atingiu a Ásia em dezembro obteve a confirmação do fato através de um exame de DNA.



O menino, que ficou conhecido como "Bebê 81" por ser o 81º sobrevivente a dar entrada no hospital de Kalmunai, era reivindicado por nove casais diferentes, mas apenas um – os seus verdadeiros pais – havia entrado com um recurso na Justiça.

Murugupillai e Jenita Jeyarajah afirmaram que o menino, cujo nome é Abhilasha, nasceu em 19 de outubro do ano passado.

"Estou muito feliz e só posso agradecer a Deus por ter me devolvido o meu filho", disse o pai à agência de notícias Associated Press.

Prisão

O casal perdeu todos os seus pertences por causa do maremoto e, desde então, vive em um acampamento próximo à cidade de Kalmunai.

No início do mês, Murugupillai e Jenita foram presos depois de serem acusados de tentar retirar o bebê de um hospital. O casal foi liberado após pagar fiança.

Somente no Sri Lanka, o tsunami fez mais de 30 mil vítimas fatais, das quais 40% seriam crianças.

O tsunami deixou cerca de mil órfãos no país, de acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef).

FONTE: BBC Brasil (2005).

Notícia 3

Polícia do Paraná elucida crime que vitimou Rachel Genofre

A identificação do homem como autor ocorreu por comparação genética, graças à integração da base de dados entre Paraná, São Paulo e Brasília. Crime aconteceu em 2008, quando a menina tinha apenas 9 anos.

Confira o áudio desta notícia

0:00 / 4:31



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA

CENTRO INTEGRADO DE COMANDO E CONTROLE REGIONAL - CICCR / PR

Publicação: 19/09/2019 19:00
Edição: Segurança
Galeria de fotos
Imprimir
Baixar

FONTE: Agência de Notícias do Paraná (2019).

Notícia Questão 3

Sistema é o mesmo utilizado pelo FBI

O RIBPG utiliza o sistema de armazenamento e comparação de indicadores genéticos *Codis* (sigla em inglês para Sistema Combinado de Índices de DNA), criado nos anos 1990 pelo FBI, unidade federal de inteligência e investigação policial dos Estados Unidos. Trata-se de um mecanismo que permite checar se amostras de DNA colhidas em cenas de crime ou em vítimas combinam com material de indivíduos condenados por crimes hediondos.

O sistema tornou-se praticamente um padrão internacional – até novembro de 2018, era utilizado por 58 países. O *Codis* aparece recorrentemente em séries de televisão que retratam o cotidiano de peritos forenses, como *CSI*, *Bones*, *NCIS*, *Numb3rs*, *Criminal Minds*, *Law and Order* e *Dexter*. A comparação é feita a partir de 20 marcadores genéticos que garantem a precisão da análise.

*Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG).

FONTE: Gazeta do Povo (2019).

Referências (Sugestões para a professora):

Notícia 1. Disponível em: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7GPkTv1dE5MJ:https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/03/brasileiras-que-lideraram-o-sequenciamento-do-novo-coronavirus.html+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>.

Notícia 2. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/story/2005/02/050214_bebetsunami1>.

Explicação questão 2. Fuvest-SP: Disponível em: <<https://brainly.com.br/tarefa/17147140>>.

Explicação questão 2. Questão 70, ENEM 2013: Disponível em: <<http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/70.html>>.

Notícia 3: <<https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103797>>

Trecho da notícia - questão 3: Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/parana/caso-rachel-genofre-banco-de-dna-parana-como-funciona/>>.

Explicação questão 3. Disponível em: <<https://www.euquerobiologia.com.br/2012/03/e-mesmo-possivel-fazer-exame-de-dnahtml>>.

Explicação questão 3. Disponível em: <<https://socientifica.com.br/genetica-forense-como-amostras-biologicas-podem-ser-utilizadas-na-solucao-de-crimes/>>.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 01-23.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018 p. 01-17.

PARANÁ. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná, 2021. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

PLICKERS. Disponível em: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 02 nov. 2021.

PORTAL MARATIMBA. Disponível em: <<https://portalmaratimba.com.br/aplicativo-plickers-transforma-o-modo-de-aplicar-avaliacoes-em-escolas-do-es/>> Acesso em: 02 nov. 2021.

VASCONCELLOS, C. S. – **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15. ed. São Paulo: Libertad, 2004. p. 01-35.

APÊNDICE 2 - FORMULÁRIO DE PESQUISA: APRENDIZAGEM POR PARES NO ENSINO DE TECNOLOGIAS DO DNA

1 - Consentimento informado: Autorizo que, para efeitos de investigação, sejam usadas as respostas do questionário pelas pesquisadoras Ariane Monteiro Simm (arianemonteiro96@gmail.com) e Carolina Derkacz (caarolderkacz@gmail.com) no âmbito do trabalho de conclusão de curso (TCC), do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas - UFPR.

- SIM
- NÃO

2 - Você já presenciou a metodologia de aprendizagem por pares sendo aplicada antes?

- SIM
- NÃO

3 - Sobre o conteúdo de genética na Sequência Didática, assinale:

- Está muito raso para o Ensino Médio.
- Está de acordo com o que é ensinado no Ensino Médio.
- Está muito complexo para o Ensino Médio.

4 - Você usaria essa sequência didática apresentada em suas aulas?

- SIM
- NÃO
- TALVEZ

5 - Sobre os materiais de apoio (sites, vídeos, matérias) você considera suficiente para auxiliar o professor a aplicar a sequência:

- SIM
- NÃO
- TALVEZ

6 - Você utilizaria a metodologia aprendizagem por pares em suas aulas de biologia?

- SIM
- NÃO
- TALVEZ

7 - Você considera a ferramenta *Plickers* fácil para o professor manusear?

- SIM
- NÃO
- TALVEZ

8 - Você elaboraria uma aula utilizando a ferramenta *Plickers* para aplicar outros conteúdos?

- SIM
- NÃO

9 - Sobre a metodologia ativa de aprendizagem por pares, você acredita que pode contribuir para o ensino de Genética?

- SIM
- NÃO
- TALVEZ

10 - Justifique a questão anterior.

11 - Existe algum comentário ou sugestão sobre a sequência apresentada que possa aprimorá-la? Se sim, por favor, explicita.
