

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”

FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONÁ

**FOTOSSÍNTESE: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE JOGO INTERATIVO
COM ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Bauru

2024

FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONÁ

**FOTOSSÍNTESE: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE JOGO INTERATIVO
COM ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica. Área de Concentração: Conceitos Específicos para o Ensino e suas metodologias, sob orientação da Profa. Dra. Denise Fernandes de Mello.

Bauru

2024

Doná, Fernanda Ticianelli de Oliveira.

Fotossíntese: Desenvolvimento de Jogo Educativo com Alunos da 1ª Série do Ensino Médio / Fernanda Ticianelli de Oliveira Doná - Bauru, 2024
187 f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Campus de Bauru - Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, Bauru, 2024.

Orientadora: Denise Fernandes de Mello


1. Fotossíntese. 2. Metodologias ativas. 3. Ensino por investigação. 4. Trabalho colaborativo. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. I. Mestre.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONÁ, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 19 dias do mês de fevereiro do ano de 2024, às 16:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONÁ, intitulada "FOTOSSÍNTESE: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE JOGO INTERATIVO COM ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO"

e produto educacional "Desvendando os Mistérios da Fotossíntese". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. DENISE FERNANDES DE MELLO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. LUCIANO SOARES DE SOUZA (Participação Virtual) do(a) Agronomia / Faculdade de Tecnologia de Lins, Professor Doutor DARIEL DE CARVALHO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / CD WAY - Educação e Tecnologia LTDA. Após a exposição pela mestrande e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final **APROVADA**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. DENISE FERNANDES DE MELLO

Documento assinado digitalmente
 DENISE FERNANDES DE MELLO
Data: 19/03/2024 15:38:19-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dedico este trabalho a Deus que sempre iluminou meus caminhos, a meu marido que sempre esteve ao meu lado e ao nosso bebê Theo, que acompanhou a etapa final deste mestrado em meu ventre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora por terem me dado saúde, força e coragem para superar todos os obstáculos e chegar até aqui.

Ao meu marido que, desde o começo, me incentivou, me apoiou e me fortaleceu, não me deixando desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha mãe e "revisora oficial" de textos, que não deixava passar nenhum erro de português nos trabalhos que escrevia e junto com meu padrasto, me apoiava e estava sempre pronta para quando eu precisasse.

À minha orientadora Prof. Dra. Denise Fernandes de Mello, que teve paciência ao tirar minhas dúvidas e que me orientou sempre com clareza e dedicação. Obrigada pelos conselhos, orientações e pelo incentivo. Sem você, não teria concluído essa etapa tão importante da minha vida.

À minha amiga e professora Franciele que gentilmente cedeu suas aulas de Biologia para possibilitar a realização dessa pesquisa, doando também seu tempo livre para contribuir com o produto educacional. Obrigada pelo apoio, incentivo e pela energia positiva e contagiante com a qual sempre me recebeu.

Aos meus amigos e parceiros de coordenação Fabiana e Roberto que, além do apoio e incentivos, estão sempre dispostos a ajudar quando preciso.

Agradeço também aos alunos que participaram ativamente e se dedicaram durante essa pesquisa pois, sem eles, nada disso seria possível.

Aos membros da banca os professores Dariel de Carvalho e Luciano Soares de Souza por todas as contribuições para o aprimoramento desta pesquisa. Ao prof. Dariel por suas aulas, que para mim foram encantadoras e me ajudaram muito no desenvolvimento do produto educacional e ao Prof. Luciano por acreditar em mim e me fez acreditar que eu era capaz de realizar esse mestrado.

Agradeço ao Diretor Julio Cesar Ferrari pela concessão para a realização da pesquisa na escola e pelo apoio de sempre. Obrigada por acreditar no meu trabalho e me dar a oportunidade de crescimento profissional.

A todos os meus mais sinceros agradecimentos!

“Faça o teu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores, para
fazer melhor ainda”.

Mario Sergio Cortella

DONÁ, Fernanda Ticianelli de Oliveira. **Fotossíntese: desenvolvimento e aplicação de jogo interativo com alunos da 1ª série do ensino médio**. 2024. 187f. Dissertação (Mestre em Docência para a Educação Básica) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru. 2024.

RESUMO

Neste trabalho elaboramos um jogo educativo, constituído por um conjunto de atividades investigativas envolvendo o conteúdo de fotossíntese, para ser utilizado com alunos do Ensino Médio. O jogo foi elaborado no Microsoft Powerpoint, podendo ser utilizado off-line em sala de aula ou em laboratório com os alunos divididos em grupos. Aplicamos o jogo com nove alunos de uma turma da 1ª série do ensino médio de uma escola pública no interior de São Paulo durante as aulas de Biologia.

Apresentamos uma análise descritiva dos dados referentes a aplicação do jogo, constituídos pela observação direta da pesquisadora durante as atividades realizadas pelos alunos, dos resultados obtidos pelos alunos durante o jogo, e também dos dados obtidos pelos questionários respondidos pelos alunos e pelo questionário respondido pela professora responsável pela turma. Os resultados obtidos evidenciaram que o jogo interativo tem o potencial de engajar os estudantes, propiciando ao aluno vivenciar as etapas do método científico nas atividades de caráter investigativo, o que possibilitou o desenvolvimento de habilidades como autonomia, protagonismo e pensamento crítico, ademais de contribuir para a aprendizagem dos conteúdos relacionados à fotossíntese.

Palavras-chave

Fotossíntese; Metodologias ativas; Ensino por investigação; Trabalho colaborativo.

DONÁ, F. T. de O. **Photosynthesis: development and application of interactive game with High School students**. 2024. 187f. Dissertation (Master in Teaching for Basic Education) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru. 2024.

ABSTRACT

In this research, we elaborate an education game with investigative activities, involving photosynthesis, to be used by High School students. The game was developed in the Microsoft Power Point and it can be used off line by groups of students in classroom or in laboratory. The game was applied with nine students in a public school in a small city in São Paulo during the Biology classes.

We show a descriptive analysis of the obtained data during the game application, including researcher observation, activities made by the students and information from students and teachers quizzes. The results show that the interactive game has the protentional of engage the students, provides the experience with scientific method in the investigative activities. Besides the game made possible the development of skills like autonomy, protagonism, critical thinking and it can contribute to photosynthesis learning.

Keywords

Photosynthesis; Active learning methodologies; Inquiry methodology; Collaborated work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cronograma das etapas da pesquisa	53
Figura 2 – Mapa de empatia com os dados coletados com os estudantes.....	54
Figura 3 - Etapas da realização do produto educacional Fase 1.....	57
Figura 4 - Etapas da realização do produto educacional Fase 2.....	57
Figura 5 - Tela inicial do jogo	60
Figura 6 – Fluxograma completo contendo as fases do jogo	62
Figura 7 - Apresentação da personagem Einstein Junior	64
Figura 8 - Apresentação do cão Darwin	64
Figura 9 - Exemplo de interação mostrando os “perigos” encontrados na ilha.....	65
Figura 10 - Exemplo animação utilizada no jogo.....	65
Figura 11 - Animação desenvolvida para a introdução sobre fotossíntese.....	66
Figura 12 - Levantamento de hipóteses na etapa 2.....	66
Figura 13 - Exemplo dos passos para a realização do experimento.....	67
Figura 14 - Atividade para a discussão dos resultados do experimento	67
Figura 15 - Atividade de validação das hipóteses	68
Figura 16 - Exemplo de questão da etapa 6.....	68
Figura 17 - Tela para as respostas erradas.....	69
Figura 18 - Tela para a resposta correta	69
Figura 19 - Questão discursiva	70
Figura 20 - Parte de diálogo inicial da fase 2	71
Figura 21 - Exemplo de explicação dos pré-requisitos importantes.....	71
Figura 22 -Vídeo de introdução.....	72
Figura 23 - Levantamento de hipóteses na etapa 2.....	72
Figura 24 -Exemplo dos passos para a realização do experimento.....	73
Figura 25 - Atividade de análise e discussão dos resultados do experimento.....	73
Figura 26 - Atividade de validação das hipóteses	74
Figura 27 -Exemplo de questão da etapa 6.....	74
Figura 28 - Questão discursiva	75
Figura 29 - Despedida da Science Land	76
Figura 30 - Caixa encontrada por Darwin na mala de viagem.....	76
Figura 31 - Tesouro encontrado: O conhecimento.....	77
Figura 32 - Alunos construindo o mapa mental.....	77
Figura 33 - Respostas dos professores na questão 9.....	79

Figura 34 - Respostas dos professores na questão 10.....	79
Figura 35 - Respostas dos estudantes na questão 4.....	80
Figura 36 - Respostas dos estudantes na questão 10.....	80
Figura 37 - Reação do bicarbonato de sódio em água	84
Figura 38 - Orientações para montagem do experimento	84
Figura 39 - Alunos montando o experimento.....	85
Figura 40 – Interação entre os alunos na montagem do experimento	86
Figura 41 - Disposição dos béqueres na janela (local muito iluminado)	87
Figura 42 – Grupo 1 apresentando os resultados para a turma	88
Figura 43 - Discussão entre os grupos sobre os resultados obtidos pelo do grupo 2	88
Figura 44 - Resultado do experimento do grupo 1	89
Figura 45 - Alunos respondendo às questões da etapa 4	90
Figura 46 - Gráficos contidos nas alternativas da questão 1	94
Figura 47 - Estudantes assistindo o vídeo da etapa 1 (fase 2).....	97
Figura 48 - Alunos realizando o experimento	99
Figura 49 - Mistura dos fragmentos de folhas e flores com álcool	99
Figura 50 - Extração dos pigmentos vegetais das folhas e flores	100
Figura 51 - Resultados da extração dos pigmentos vegetais dos grupos 1.....	101
Figura 52 - Resultados da extração dos pigmentos vegetais dos grupos 2.....	102
Figura 53 - Alunos do grupo 2 discutindo o resultado do experimento	102
Figura 54 - imagens utilizadas como alternativas na questão 2	106
Figura 55 - imagem utilizada como enunciado na questão 3	106
Figura 56 - Tela do site utilizada para responder a atividade	108
Figura 57 (A), (B), (C) e (D) - Exemplo de alguns mapas mentais construídos pelos alunos.....	110
Figura 58 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre o layout do produto	112
Figura 59 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre o layout do produto	113
Figura 60 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre o layout do produto	113
Figura 61 - Respostas dos alunos na questão 4 sobre o layout do produto	113
Figura 62 - Respostas dos alunos na questão 5 sobre o layout do produto	114
Figura 63 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a utilização do produto.....	115
Figura 64 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a utilização do produto.....	115
Figura 65 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a utilização do produto.....	115
Figura 66 - Respostas dos alunos na questão 4 sobre a utilização do produto.....	116
Figura 67 - Respostas dos alunos na questão 5 sobre a utilização do produto.....	116

Figura 68 - Respostas dos alunos na questão 1a sobre a experiência ao utilizar o produto.....	117
Figura 69 - Respostas dos alunos na questão 1b sobre a experiência ao utilizar o produto.....	117
Figura 70 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a experiência ao utilizar o produto.....	118
Figura 71 - Respostas dos alunos na questão 6 sobre a experiência ao utilizar o produto.....	118
Figura 72 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a aprendizagem obtida com o produto.....	119
Figura 73 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a aprendizagem obtida com o produto.....	119
Figura 74 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a aprendizagem obtida com o produto.....	120
Figura 75 - Respostas da professora na questão 2	121
Figura 76 - Respostas da professora na questão 11	121
Figura 77 - Respostas da professora na questão 12	122
Figura 78 - Respostas da professora na questão 1	122
Figura 79 - Respostas da professora na questão 17	123
Figura 80 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a opinião em relação ao produto.....	123
Figura 81 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem	124
Figura 82 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem	124
Figura 83 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem	125

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
GT-MRE	Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel
ONU	Organização das Nações Unidas
PEI	Programa Ensino Integral
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 Ensino de Biologia e seus dificultadores	21
2.2 Ensino e aprendizagem de fotossíntese.....	24
2.3 Método científico.....	26
2.4 Aprendizagem significativa.....	29
2.5 Metodologias ativas	31
2.6 Ensino por investigação	34
2.7 Atividades colaborativas.....	40
2.8 O uso de jogos como metodologia ativa.....	42
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	49
3.1 Procedimentos éticos	50
3.2 Diagnóstico local.....	50
3.3 Público-alvo	51
3.4 Etapas da pesquisa	51
3.4.1 Diagnóstico e coleta de dados.....	53
3.4.2 Planejamento e Elaboração do Produto	55
3.4.3 Aplicação do produto educacional.....	58
4. PRODUTO EDUCACIONAL.....	60
4.1 Fase 1	65
4.2 Fase 2	70
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
5.1 Atividades desenvolvidas na Fase 1 do jogo e resultados obtidos	81
5.2 Atividades desenvolvidas na Fase 2 do jogo e resultados obtidos	96
5.3 Avaliação do produto educacional	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
REFERÊNCIAS.....	128
APÊNDICES.....	135
ANEXOS.....	186

APRESENTAÇÃO

Filha de um casal de professores, eu cresci em meio a livros, cadernos e pilhas e pilhas de provas para corrigir.

Via meus pais por horas debruçados sobre a mesa trabalhando, preparando aulas e, principalmente, corrigindo as tão temidas provas.

Com o passar do tempo fui tomando gosto por esse universo e, por muito tempo, meu passatempo preferido era "brincar de escolinha", seja com as amiguinhas da escola ou com minhas bonecas.

Além disso, em seu tempo livre, minha mãe não se cansava de "dar aula" e sempre que estava comigo tinha letras, cadernos e livros por perto, sempre me incentivando a ler e a aprender coisas novas, tanto que, para mim, o estudo foi se tornando algo tão natural quanto uma brincadeira.

Ah, e não podemos esquecer da tão aguardada "hora da história" antes de dormir, onde, por meio da leitura, ela me mostrava o maravilhoso mundo da imaginação e, foi assim, que comecei a ler minhas primeiras palavras.

Dessa forma, conforme fui crescendo, estudar ou fazer prova nunca foram coisas assustadoras para mim e sempre estava disposta a ajudar os colegas a estudarem nas vésperas das avaliações.

Por incrível que pareça, ser professora nunca foi minha primeira opção quando alguém me perguntava "o que queria ser quando crescesse". Porém, a genética falou mais alto e me formei em Literatura em Ciências Biológicas em 2007.

Escolhi essa faculdade porque desde pequena sempre me interessei pelo mundo natural e, conseqüentemente, Ciências e Biologia sempre foram minhas matérias prediletas.

A faculdade me trouxe vários ensinamentos teóricos, mas a vivência em sala de aula a gente só aprende na prática. Felizmente, tive bons exemplos, tanto dentro de casa como na escola.

Lecionei por 14 anos em sala de aula tanto na escola pública quanto na escola particular, no ensino fundamental e no ensino médio, e pude ver que meus alunos ainda tinham o mesmo medo de fazer prova que meus colegas de turma.

Além disso, vivenciei muitas diferenças entre as duas realidades escolares com as quais eu convivía. No entanto, a falta de motivação e interesse pelos estudos era

semelhante, pois, para a maioria dos alunos, estudar era uma obrigação e eles não tinham nenhum prazer nisso.

A realidade mudava quando, utilizando os recursos que tinha, trazia algo diferente durante as aulas. De experimentos no laboratório de ciências a bingo com cartela desenhada no caderno, percebia que o importante era sair da rotina e mostrar uma forma diferente de aprender.

Era perceptível as mudanças no comportamento da maioria dos estudantes nesses momentos e pude perceber que, dessa forma, eles conseguiam aprender melhor e podiam realmente mostrar o que aprenderam, sem a necessidade de fazer prova para avaliar a aprendizagem.

Hoje, estou na Coordenação Pedagógica Geral de uma escola que faz parte do Programa Ensino Integral - PEI e isso me ajudou a ampliar meu conhecimento sobre estratégias didáticas e novas metodologias, aprendendo, na teoria, aquilo que já havia percebido na prática.

Busco sempre passar essa experiência e esses conhecimentos para os professores durante as formações, mostrando diversas possibilidades, estratégias e metodologias diferenciadas, estimulando-os a fazer do estudo e da vivência em sala de aula, um momento prazeroso, para professores e, principalmente, para alunos.

Assim, surgiu a ideia inicial para essa pesquisa e, conseqüentemente, para a elaboração de um produto educacional que pudesse ser atrativo aos estudantes, facilitar o processo de aprendizagem e construção do conhecimento, além de fornecer instrumentos para avaliar esse processo.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a importância da Biologia vai além dos conteúdos específicos, assim como em outras áreas da ciência, os alunos devem desenvolver também habilidades e competências que contribuam para formação cidadã crítica, e uma consequente transformação social.

Vários desafios dificultam o ensino e a aprendizagem da Biologia, entre eles, segundo Araújo e Pedrosa (2014), a grande quantidade de termos específicos, e a dificuldade de compreensão de alguns conteúdos em particular devido à sua abstração, já que em muitos deles não é possível visualizar os objetos de estudo a olho nu, como, por exemplo, os processos celulares e as reações químicas, entre elas as que ocorrem durante a fotossíntese, dificultando o entendimento dos alunos.

Outro dificultador está associado às metodologias tradicionais que compreendem aulas expositivas, o que contribui para a falta de interesse dos alunos, propiciando poucas ou nenhuma oportunidade para que eles sejam sujeitos pensantes, ativos e não meramente reprodutores de conhecimentos memorizados, já que, como afirma Pozo (2002), a aprendizagem efetiva acontece quando há mudança nos conhecimentos e comportamentos anteriormente praticados pelos estudantes.

A aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre os conhecimentos prévios relevantes que os alunos possuem e os novos conhecimentos adquiridos por eles. Essa interação é substantiva e não arbitrária e, durante esse processo, enquanto os novos conhecimentos ganham significado para os alunos e são incorporados à estrutura cognitiva, os conhecimentos prévios ganham novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2012).

No contexto atual da educação, tem se tornado cada vez mais necessário, a utilização de ferramentas e estratégias metodológicas, que além de motivarem os alunos no engajamento das atividades propostas, propiciem a oportunidade da construção de seu próprio conhecimento e de uma aprendizagem significativa, sem perder o rigor dos conhecimentos científicos.

Essa mudança de paradigma, em relação a substituição das aulas expositivas tradicionais pela utilização de novas metodologias, se faz necessário visto o desinteresse dos alunos, que chegam à escola desmotivados, sem engajamento em participar das aulas, sem entender a importância da educação para o seu futuro profissional e pessoal, resultando em pouca aprendizagem dos conteúdos

disciplinares e raro desenvolvimento de habilidades essenciais à sua formação acadêmica.

É preciso reconhecer que os alunos mudam, porém a maioria dos professores ainda continua utilizando as mesmas estratégias de ensino, causando uma “distorção pedagógica”, segundo Cortella (2014), que defende que não é necessário abandonar o passado, mas é preciso renovar as práticas tradicionais.

De acordo com a Unesco (2005), as mudanças nas estratégias de ensino são urgentes, principalmente no que diz respeito ao ensino das Ciências.

A utilização das metodologias ativas, segundo Bacich e Moran (2018), além de contribuir para aprendizagem de conteúdos disciplinares, também contribui no desenvolvimento de competências socioemocionais e promove maiores avanços cognitivos.

As atividades colaborativas auxiliam no estímulo às interações sociais e promovem o respeito mútuo entre os estudantes, além de possibilitar o desenvolvimento das competências socioemocionais em paralelo ao desenvolvimento das habilidades específicas da disciplina (Cohen e Lotan, 2017).

Para Vieira (2012) o ensino por investigação é um exemplo de metodologia ativa que aproxima o estudante das práticas e do método científico, possibilitando que eles observem, questionem, analisem, investiguem, resolvam problemas, formulem hipóteses e elaborem explicações para os fenômenos estudados, necessitando de uma postura ativa ao desenvolverem as atividades com a orientação e mediação do professor.

O presente trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa interventiva, do tipo qualitativa, onde foram elaboradas estratégias didáticas fundamentadas principalmente na aprendizagem colaborativa (Cohen e Lotan, 2017) e no ensino por investigação (Carvalho, 2018) e (Sasseron, 2015), a fim de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Biologia.

Dentro da Biologia, os conteúdos didáticos que foram escolhidos para realização deste trabalho fazem parte da área de Ecologia, especificamente fotossíntese, que estão inseridos no eixo temático Matéria e Energia da BNCC, previstos também no Currículo Paulista, sendo um conteúdo fundamental, constituindo uma base importante para o entendimento da Biologia como um todo. Ademais, favorece o desenvolvimento de atitudes para a preservação ambiental e a sustentabilidade.

O produto educacional proposto é um jogo virtual e interativo, com experimentos investigativos e atividades colaborativas e contextualizadas, onde foram privilegiadas estratégias didáticas para uma aprendizagem ativa pelos estudantes.

O produto educacional foi aplicado durante as aulas de Biologia, com alunos da 1ª Série do Ensino Médio de uma Escola Estadual que faz parte do Programa Ensino Integral – PEI, em uma cidade do interior de São Paulo.

Com esta pesquisa e com a aplicação do produto educacional elaborado, espera-se aprimorar a aprendizagem desses conteúdos de uma forma mais dinâmica, agradável e significativa, além de promover maior engajamento dos alunos e desenvolver habilidades essenciais como protagonismo, colaboração, raciocínio lógico, criatividade, entre outras, e das competências socioemocionais, visando o futuro profissional dos estudantes.

O objetivo geral deste trabalho foi elaborar, desenvolver e avaliar um produto educacional, constituído por um conjunto de atividades investigativas abordando conteúdos de Biologia, dentre do tema fotossíntese, na promoção de uma aprendizagem colaborativa e significativa.

Os objetivos específicos foram:

- Elaborar atividades desafiadoras envolvendo recursos digitais interativos que propiciem a colaboração entre os estudantes e contribuam para uma educação equitativa e o desenvolvimento do pensamento crítico;
- Favorecer o protagonismo estudantil durante as aulas, a fim de despertar o interesse dos alunos e estimular a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem;
- Avaliar o uso do ensino por investigação como metodologia ativa, associada a um jogo interativo e digital, na motivação dos alunos e no desenvolvimento de habilidades como colaboração, empatia e autonomia e contribuição para a aprendizagem de fotossíntese.

No capítulo 2 apresentamos as bases teóricas que fundamentam o desenvolvimento dessa pesquisa. No capítulo 3 apresentamos a metodologia de desenvolvimento da pesquisa. No capítulo 4 apresentamos o produto educacional, no capítulo 5 os resultados obtidos e no capítulo 6 as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo discutimos as bases que deram sustentação para a elaboração do produto e desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Ensino de Biologia e seus dificultadores

A Biologia só foi considerada como ciência unificada no século XX, quando a teoria da evolução dos seres vivos proposta por Charles Darwin, e o desenvolvimento da genética molecular e dos conceitos sobre hereditariedade possibilitaram a integração de todas as áreas da Biologia, correlacionando-as entre si. Assim, a citologia, ecologia, fisiologia e as demais áreas puderam incorporar metodologias e não apenas observações e descrições, assim como utilizar explicações evolutivas para os dados obtidos nas pesquisas (Carvalho, 2017).

A origem da Biologia remonta à Antiguidade, com os filósofos gregos que utilizavam a observação e a descrição em seus estudos sobre fenômenos naturais, medicina, anatomia e história natural. Antes disso, nas culturas mesopotâmica, egípcia e chinesa, a zoologia e a botânica, áreas mais descritivas da História Natural, eram predominantes (Marandino, Selles e Ferreira, 2009).

De acordo com Mayr (1998), o processo descritivo foi predominante na Biologia por muito tempo e é considerado fundamental para sustentar os estudos comparativos até os dias de hoje, objetivando embasar as explicações causais. No entanto, como nem sempre os processos biológicos podem ser demonstrados por meio de experimentos controlados em laboratório, como ocorre nas demais ciências, a Biologia foi considerada como menos importante. Isso porque, sem os experimentos, não era possível provar os fenômenos e elaborar conclusões, conforme o método científico propõe, segundo alguns filósofos da Ciência. Atualmente, o método observacional-comparativo é considerado extremamente importante na elaboração de hipóteses e respostas para vários processos biológicos em muitas áreas da Biologia, principalmente onde a experimentação não é possível (Carvalho, 2017).

Considerando a crise climática e os desafios de sustentabilidade do planeta, Araújo e Pedrosa (2014) afirmam que o ensino da Biologia pode contribuir para a compreensão da importância da preservação ambiental e da mudança de atitude da sociedade, já que a vida é o tema central da educação biológica. Compreender os

fenômenos biológicos, a história evolutiva dos seres vivos e a diversidade da vida no planeta, pode contribuir com os cuidados com o próprio corpo e também no desenvolvimento de uma postura crítica frente às condições de saneamento básico, moradia, lazer e alimentação, contribuindo, assim, para a formação de cidadãos críticos, capazes de modificar a realidade onde vivem e contribuir para uma sociedade mais justa e igualitária.

O desenvolvimento sustentável é fundamental para que as futuras gerações possam continuar a usufruir dos recursos naturais do nosso planeta e ter uma vida de qualidade, por isso a ONU (Organizações das Nações Unidas), propôs 17 objetivos interconectados, chamados de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Eles se relacionam com os desafios enfrentados por diferentes países, com ações que possibilitem acabar com a pobreza, preservar o meio ambiente e garantir que as pessoas tenham uma vida de paz e prosperidade. Um desses objetivos, o 4 ODS, está relacionado com a educação e visa garantir um ensino de qualidade e inclusivo, onde todos, sem exceção, tenham oportunidades de aprendizagem.

Um dos desafios atuais no ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica é que os conteúdos, de forma geral, são, muitas vezes, trabalhados fora do contexto social, histórico, cultural, político e econômico e o trabalho dos cientistas, o “fazer ciência”, é romantizado, estigmatizado e desconhecido. Um exemplo é a visão de que a Ciências é para poucos ou para gênios. Como vivemos em uma sociedade permeada pela ciência e tecnologia, o conhecimento básico delas é fundamental para a formação de cidadãos críticos que saibam argumentar e possam tomar decisões conscientes (Scheid, 2016).

Na sala de aula em geral, é comum os conteúdos serem trabalhados de forma isolada, desconectados entre si, e também sem relação com outras áreas da Ciência e das demais disciplinas que fazem parte do currículo. Isso torna as aulas cansativas e desinteressantes e não contribui para uma aprendizagem significativa pelos estudantes, e nem para prepará-los para a vida em sociedade (Carvalho, 2017).

Araújo e Pedrosa (2014) ressaltam que o curto tempo para a explicação dos conteúdos, devido a carga horária das aulas de biologia e da necessidade de cumprir todo o cronograma exigido, é outro dificultador nesse processo.

Outro desafio encontrado, é o fato de a disciplina de Biologia apresentar muitos conceitos específicos, ou seja, palavras novas que não fazem parte da realidade do aluno, o que gera muitas dúvidas durante as aulas e exige um esforço dos estudantes

para ampliarem seus vocabulários. Isso também dificulta o andamento dos conteúdos, visto que os alunos têm dificuldade de memorizar esses novos conceitos, que precisam ser constantemente retomados. Assim, os professores necessitam buscar novas estratégias para abordar os conteúdos, porém a defasagem na própria formação dos docentes é um dificultador (Araújo e Pedrosa, 2014).

Além disso, muitos conteúdos, como exposto ainda por Araújo e Pedrosa (2014), têm explicação a nível microscópico, exigindo raciocínio abstrato e dificultando a compreensão dos estudantes, pois são invisíveis e intocáveis. É o caso dos conceitos envolvendo o estudo da citologia e da histologia e, principalmente da genética.

O estudo da respiração e da fotossíntese também se encaixa nesse contexto, pois possuem uma dificuldade extra, sendo considerados temas muito difíceis de ensinar e aprender, pois apresentam um caráter interdisciplinar, envolvendo a compreensão de reações químicas e de moléculas orgânicas e inorgânicas. Considerando que respiração e fotossíntese são temas centrais para o estudo dos seres vivos e são pré-requisitos essenciais para o estudo da ecologia e, conseqüente, da compreensão de temas como sustentabilidade e preservação ambiental, são desejáveis metodologias, ferramentas e estratégias que contribuam para a aprendizagem (Araújo e Pedrosa, 2014).

A falta de aulas experimentais é outro ponto importante a ser considerado pois, podem permitir aos estudantes teste de hipótese, observação, comparação de resultados experimentais e teóricos (Scheid, 2016).

Segundo Mesquita (2021), os alunos tornam-se passivos e desmotivados, pois consideram os conteúdos trabalhados em sala de aula sem significado prático e nem aplicabilidade em seu cotidiano, já que apenas recebem o conhecimento exposto pelos professores, sem participar do processo de aprendizagem.

Segundo Bzuneck (2009) aulas mais dinâmicas, com rodas de conversa, atividades investigativas e/ou colaborativas, aumentam a participação dos alunos, principalmente quando os conteúdos estão contextualizados na realidade deles, levando os educandos a perceberem sentido nos conteúdos estudados, e assim entenderem a importância da compreensão de fenômenos e ideias científicas.

De acordo com Campos e Nigro (2009), as aulas experimentais, geralmente realizadas fora da sala de aula, facilitam a compreensão dos alunos, estimulam o

interesse dos mesmos, além de aproximar os conteúdos à realidade dos estudantes, trazendo mais significado aos saberes escolares.

Ainda que atividades experimentais possam atrair estudantes, ocorre que muitas vezes os professores apenas “demonstram” um experimento, ou então passam uma “receita” para que os alunos sigam passos determinados. Ainda que sejam experimentais, essas aulas pouco contribuem para autonomia e desenvolvimento do pensamento crítico e o aprender a fazer ciência. Aqui entra a importância da metodologia utilizada e dos objetivos claros do que é proposto.

2.2 Ensino e aprendizagem de fotossíntese

A palavra fotossíntese significa “síntese a partir de luz” e corresponde ao processo pelo qual os organismos autótrofos (plantas, algas e cianobactérias) produzem carboidratos que serão utilizados como alimento. Ocorre uma série de reações químicas, pelas quais os organismos autótrofos convertem a energia luminosa em carboidratos (glicose) que, posteriormente, serão utilizados para gerar energia química. De forma simplificada, parte dessa energia é utilizada pelos seres autótrofos e outra parte é armazenada, ficando disponível para os demais seres vivos como fonte de alimento. Por esse motivo, os seres autótrofos são chamados de “produtores” por serem capazes de produzir alimento para eles e para outros seres, sendo considerados como a “base das cadeias alimentares” (Medeiros, et. al, 2009).

Durante o processo da fotossíntese, a matéria inorgânica (água e dióxido de carbono), com a utilização da radiação solar, é convertida em matéria orgânica (carboidratos) e libera oxigênio para atmosfera conforme a reação química $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$, sendo o oxigênio um gás fundamental para o processo de respiração dos seres vivos (Frizzo, 2022)

A fotossíntese é considerada um dos processos naturais mais importantes, do qual dependem a grande maioria dos seres vivos atuais depende, sendo fundamental à manutenção da vida no planeta. Além disso, exerce influência na composição atmosférica e no efeito estufa, ao absorver o gás carbônico (gás poluente) e liberar o oxigênio, estando relacionada ao clima global (Medeiros, et. al, 2009).

Os conteúdos envolvendo fotossíntese e respiração (metabolismos energéticos), fazem parte da Unidade Temática Matéria e Energia que está presente durante todo o Ensino Fundamental, em uma escala crescente de complexidade e,

posteriormente, são aprofundados no Ensino Médio, permitindo maior contextualização e articulação com outras disciplinas, sendo a base fundamental para estudos sobre Ecologia e Sustentabilidades (Frizzo, 2022).

Escolhemos o tema fotossíntese para essa pesquisa por sua importância para a compreensão da Biologia como um todo, sendo um pré-requisito fundamental para o estudo da vida em nosso planeta e pelas dificuldades relatadas anteriormente.

Por causa de sua natureza abstrata, o tema fotossíntese é considerado difícil por Araújo e Pedrosa, (2014), tanto para ensinar quanto para aprender, independente do nível de escolaridade. Outro dificultador, segundo eles, é o caráter interdisciplinar desse conteúdo, que envolve pré-requisitos e conceitos de química (reações químicas, substâncias orgânicas e inorgânicas e suas características) e física (óptica e radiação ultravioleta) que, muitas vezes, os estudantes não têm compreensão.

Tazzi e Oliveira (2016) também consideram a fotossíntese como um tema de difícil compreensão para professores e estudantes, devido a sua abstração e inter-relação com aspectos, bioquímicos, ecológicos, anatômicos e fisiológicos. Os mesmos também apontam esse tema como estruturador do ensino de Biologia, devido sua importância para a compreensão dos fenômenos naturais, sendo extremamente importante a aprendizagem pelos estudantes.

Ainda nessa perspectiva, Frizzo (2022), relata que os alunos do Ensino Médio possuem dificuldade de compreensão sobre o tema fotossíntese, devido a sua complexidade, já que envolve uma variedade de elementos e reações.

Medeiros, et. al (2009) afirmam em suas pesquisas que os alunos chegam ao Ensino Médio sem o domínio de conceitos complexos e abstratos, como os que envolvem o estudo sobre fotossíntese. Segundo eles, os estudantes apresentam um saber empírico que, muitas vezes, diverge do conhecimento científico, resultado de uma simples memorização de conceitos vinda, provavelmente, dos anos/séries anteriores. No entanto, somente após a apropriação desses conceitos básicos, se torna possível a abordagem dos conteúdos envolvendo fotossíntese e respiração.

Tazzi e Oliveira (2016), relatam que os alunos apresentam concepções alternativas sobre os conceitos relacionados à fotossíntese e respiração, provavelmente vindas de ideias simplificadas no Ensino Fundamental, que persistem no Ensino Médio, como por exemplo: a visão de que o alimento das plantas é obtido do solo por meio das raízes, a dificuldade de compreensão de que o gás carbônico (gás) e a água (líquido) podem se transformar em um alimento sólido (glicose), a

compreensão de que as plantas produzem e utilizam a glicose como alimento. Segundo esses autores, grande parte dos alunos pode até citar que as plantas produzem o próprio alimento, porém falta compreensão sobre o que seria esse alimento ou sobre como esse processo acontece.

Ainda de acordo com Tazzi e Oliveira (2016), muitos estudantes confundem fotossíntese com respiração. A maioria não consegue diferenciar os dois processos metabólicos. Alguns associam que fotossíntese é a respiração das plantas, outros consideram que a planta realiza fotossíntese durante o dia e respira apenas a noite, sendo que a respiração ocorre o tempo todo.

Medeiros, et. al (2009) apontam a necessidade de que os conceitos científicos sejam abordados de forma interdisciplinar, a fim de se tornarem mais estáveis na estrutura cognitiva dos alunos, já que a associação entre eles pode facilitar a compreensão.

Tazzi e Oliveira (2016) consideram que o conteúdo sobre fotossíntese está associado a outros conceitos, formando uma rede. Sendo assim, à medida que os alunos vão se apropriando desses conceitos e relacionando-os entre si, vão se apropriando do discurso científico, o que facilita o processo de aprendizagem.

Nesse contexto, é necessário ensinar focando em uma aprendizagem significativa, a fim de que os estudantes possam vivenciar etapas crescentes no processo de aprendizagem, na busca por uma melhor organização em sua estrutura cognitiva, respeitando as especificidades individuais (Medeiros, et. al, 2009).

Para isso, é importante investigar o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Ciências e Biologia da Educação Básica, para entender como esses conteúdos estão sendo abordados, buscando desenvolver novas ferramentas e estratégias para auxiliar os professores (Tazzi e Oliveira, 2016).

2.3 Método científico

O ensino de Ciências deve promover não somente o entendimento de processos físicos, químicos e biológicos, mas também permitir que o estudante desenvolva uma visão crítica da natureza das ciências e do conhecimento científico. Para isso, é essencial a utilização de metodologias focadas no desenvolvimento do conhecimento científico, associando teoria e prática (Silva, et. al, 2014).

O método científico consiste em um conjunto de normas básicas para a construção do conhecimento científico. Ele oferece ferramentas para serem utilizadas durante a pesquisa e a comprovação de um certo conhecimento, fornecendo os instrumentos essenciais para a realização de trabalhos científicos (Passos, 2020).

Para além das dificuldades com conceitos abstratos e complexos, hoje a imensa quantidade de conteúdos facilmente acessíveis nas mídias digitais, contribui para o desinteresse dos alunos pelas aulas puramente expositivas e conteudistas, já que, com poucos cliques, eles são capazes de encontrar as informações que desejam buscar (Silva, et al. 2019).

Outro ponto muito preocupante relacionado ao fácil acesso às informações, é a quantidade de *fake news* que, muitas vezes, são tomadas como verdade absoluta pelos estudantes, sem verificarem as fontes e a credibilidade das postagens, por não terem senso crítico. Isso é mais um indicativo que a educação não tem conseguido contribuir para formação de cidadãos críticos. No cenário recente atual, com a Pandemia do COVID-19, vírus e vacinas foram e são abordados com frequência nas diferentes mídias de forma irresponsável, sem base científica, promovendo a desinformação e, muitas vezes, atitudes que só contribuíram para piorar o cenário.

Em geral, não há compreensão por parte dos alunos de que, para uma informação ter credibilidade científica, é preciso um longo estudo realizado com base no método científico, validado pela comunidade científica. Estes pontos apresentados, corroboram a importância de promover mais que uma aprendizagem mecânica de conceitos, evidenciando a importância de aulas contextualizadas e a utilização de metodologias e estratégias didáticas que promovam o desenvolvimento da autonomia e do senso crítico dos alunos.

Segundo Bloise (2020), o uso do método científico exige do pesquisador um olhar objetivo e imparcial da realidade, o que auxilia no desenvolvimento do senso crítico, da criatividade, da organização, entre outras habilidades necessárias aos estudantes e importantes para que eles possam ter sucesso em seu futuro profissional.

Com o objetivo de contribuir com a aprendizagem não só dos conteúdos relacionados à fotossíntese, mas também com o entendimento do “fazer ciência”, no produto educacional os alunos vivenciam durante o jogo as etapas do método científico. Segundo Bloise (2020), o contacto do aluno com o rigor e a lógica existentes

no método científico, contribuem para entendimento do resultado de uma verdadeira pesquisa científica.

Cordeiro (2021), afirma que, o trabalho com o método científico em sala de aula, possibilita ao estudante um papel ativo na construção do conhecimento, principalmente se for aliado com atividades experimentais, e favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e críticas.

Silva, et. al, (2014), complementa essa afirmação ao relatar que a aplicação do método científico, aliado a atividades experimentais de biologia, permitem a inserção do estudante do Ensino Médio no contexto acadêmico e científico, possibilitando que ele desenvolva um novo olhar para os fatos cotidianos, que são exemplos do que estudamos durante as aulas, mas que, geralmente, passam despercebidos.

Durante as atividades experimentais, com a utilização do método científico, os alunos podem vivenciar na prática os processos científicos pois, coletam e analisam dados, discutem ideias entre si, argumentam e questionam essas ideias, formulam, confirmam ou refutam hipóteses, participando ativamente na construção do conhecimento. A aula, além de se torna mais dinâmica e atrativa, engaja intelectualmente os alunos, o que por sua vez é essencial para uma aprendizagem significativa. Esse modelo de aula vai além da simples transmissão de conteúdos que ocorre nas aulas tradicionais (Cordeiro, 2021).

Incluir atividades onde os alunos tenham a oportunidade de pesquisar, buscar informações em fontes confiáveis, comparar dados e participar de atividades que incluam as várias etapas do método científico, é distinto de uma aula prática onde o professor trabalha um determinado conteúdo e depois os alunos vão simplesmente verificá-lo na prática (Passos, 2020).

Passos (2020) ainda completa que, para trabalhar os conteúdos de forma investigativa, o professor precisa conhecer as ferramentas e estratégias que serão utilizadas e pensar em como inseri-las em seu planejamento. Feito isso, ele precisa criar condições em que o cotidiano seja problematizado durante a aula, a fim de que novos questionamentos possam surgir e os alunos apresentem estratégias para solucionar os problemas. Além disso, o trabalho com o método científico, exige do professor uma postura de mediador, que orienta os alunos a construir os conhecimentos e considerar as variáveis relevantes.

Silva, et. al, (2014) relatam que obtiveram resultados positivos em relação à aprendizagem dos estudantes com a aplicação de atividades experimentais, focadas

no método científico, nas aulas de biologia sobre cultura de bactérias. Segundo eles, houve melhora na aquisição dos conhecimentos específicos se comparado a turma de alunos que não participou das atividades.

Cordeiro (2021), aponta que o trabalho com o método científico, quando é realizado na educação básica, é feito de forma superficial e, muitas vezes, o senso crítico e reflexivo dos alunos não é estimulado. Isso gera um alto grau de analfabetismo científico dentro das escolas, indicando a necessidade de utilizar estratégias onde se trabalhe com as etapas do método científico na prática, e não apenas a apresentação das definições teóricas.

Silva (2007) expõe alguns relatos de professores em relação às dificuldades de trabalhar com o método científico em sala de aula como: a necessidade de mais tempo para preparo das aulas, a falta de tempo para realizar aulas diferenciadas, além de ser um trabalho mais difícil e cansativo, que exige mais do professor, a falta de laboratórios equipados e o despreparo e precariedade da formação dos professores, tanto em relação à graduação quanto em relação à pós-graduação, para se trabalhar com o método científico.

Isso reforça ainda mais a necessidade de novas estratégias e ferramentas didáticas voltadas para o método científico, visto sua importância no ensino das Ciências como um todo.

2.4 Aprendizagem significativa

Nas aulas tradicionais, geralmente de carácter descritivo, memorístico e descontextualizado, são apresentados e cobrados conteúdos pontuais, que nem sempre são relevantes e tão pouco estão relacionados à realidade, deixando de engajar intelectualmente os alunos, nos métodos e nos valores das ciências biológicas (Carvalho, 2017).

Silva (2015), aponta a necessidade de criar um modelo educativo que acrescente recursos tecnológicos e estratégias didáticas dinâmicas e diversificadas às metodologias de ensino tradicionais que foram eficientes no passado.

Carvalho (2017), explica que as atividades precisam ser estruturadas com base no raciocínio lógico, por meio de leis e símbolos, e os estudantes precisam ser instigados a resolver problemas que contribuem para que a aprendizagem tenha significado e seja efetiva e duradoura.

A aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre os conhecimentos prévios relevantes que os alunos possuem e os novos conhecimentos adquiridos por eles. Essa interação é substantiva e não arbitrária e, nesse contexto, os conhecimentos prévios servem como âncora, para que os novos conhecimentos possam ganhar significado e serem incorporados à estrutura cognitiva, sendo absorvidos de maneira mais efetiva. Enquanto isso, os conhecimentos prévios são modificados e se estabilizam na mente dos alunos (Moreira, 2012).

Vieira (2012,) ainda ressalta que, no processo de aprendizagem, é fundamental a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, pois estes são fatores determinantes dentro da teoria da aprendizagem significativa, onde o professor apresenta os objetivos específicos da aula e as questões que serão trabalhadas, contribuindo para que eles saiam da zona de conforto, superando sua condição inicial nesse processo e estimulando-os a aprender.

Na atualidade, o professor tem o desafio de ir para a sala de aula e ter mais que o domínio do conhecimento disciplinar, o mesmo precisa ter domínio de práticas pedagógicas, embasadas cientificamente, com evidências de contribuir para promover uma aprendizagem mais equitativa. Com o avanço da psicologia cognitiva nas últimas cinco décadas, temos hoje um entendimento maior sobre o processo de aprendizagem e de como os novos conhecimentos se conectam a conhecimentos prévios (Brandsford, 2007).

Segundo Oliveira (2020), para que essa conexão ocorra, o professor, com base nos conhecimentos prévios dos estudantes, apresenta os conteúdos utilizando questionamentos e problemas cotidianos, a fim de estimulá-los a participar ativamente das aulas, ao buscar soluções por meio de atividades que relacionem os conceitos teóricos com a prática, vinculando o processo de aprendizagem à realidade dos alunos.

Para Ausubel (1982), a melhor maneira de proporcionar uma aprendizagem significativa é através de questões e problemas que requerem a máxima transformação dos conhecimentos adquiridos.

De acordo com a teoria de Ausubel (1982), os conhecimentos prévios especificamente relevantes que já existem na estrutura cognitiva dos estudantes, compreendem a variável que mais influência para que ocorra a aprendizagem significativa. A este conhecimento ele chama de *subsunçor ou ideia-âncora*.

Moreira (2011) explica que um subsunçor pode apresentar maior ou menor estabilidade cognitiva, porém, quando serve de *ideia-âncora*, ele se transforma e adquire novos significados, corroborando com aqueles já existentes.

Para Vieira (2012), o processo da aprendizagem acontece a partir dos significados que o estudante constrói com o mundo a sua volta, e, assim, ele acaba incorporando essas informações e relacionando com conhecimentos já existentes na sua estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (2011), quando a interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios ocorre de maneira arbitrária, não há aquisição de significado para o estudante e a aprendizagem resultante é considerada mecânica e automática.

No contexto atual da educação, tem se tornado cada vez mais necessário, a utilização de ferramentas e estratégias metodológicas que, além de motivarem os alunos no engajamento das atividades propostas, propiciem a oportunidade da construção de seu próprio conhecimento e de uma aprendizagem significativa, sem perder o rigor dos conhecimentos científicos.

Bacich e Moran (2018) ressaltam que a aprendizagem deve fazer sentido para o aluno, aumentando sua motivação e o engajamento e proporcionando que este seja protagonista na construção de seu conhecimento. Mas, para isso, além de motivar, as atividades propostas precisam ter objetivos claros e serem planejadas para que estes objetivos sejam alcançados pelos alunos, caso contrário tornam-se apenas uma diversão.

2.5 Metodologias ativas

A Unesco (2005) aponta a necessidade de mudança urgente nas estratégias de ensino, principalmente no que diz respeito ao ensino das Ciências e, para que essas mudanças ocorram, é preciso revitalizar as escolas e envolver os professores e alunos, para que as aulas se tornem espaços de disseminação de conhecimento científico e tecnológico e, contribuindo assim para a consolidação da cidadania crítica, solidariedade, inclusão e bem-estar social.

As metodologias utilizadas em sala de aula devem privilegiar e contribuir com o desenvolvimento das competências relevantes ao século XXI elencadas pela BNCC

como: criticidade, curiosidade intelectual, argumentação, exercício de diálogo, empatia, cooperação e resolução de conflitos (Brasil, 2018).

Bacich & Moran, (2018) explicam que as metodologias ativas visam oportunizar o desenvolvimento de competências socioemocionais, promovendo a aprendizagem a partir de atividades motivadoras como problemas reais, desafios e jogos.

As metodologias ativas, embora tenham alcançado destaque na mídia nos últimos dez anos, tem origem com os trabalhos do filósofo americano John Dewey (1978) no início do século XIX, os quais influenciou filósofos, educadores e pedagogos. Suas ideias focam na união da teoria com a prática e na valorização da habilidade dos estudantes em pensar e questionar para agir de forma crítica na realidade (Oliveira, 2020).

Segundo os estudos de Dewey (1978), o foco da educação deveria ser a formação de indivíduos que sejam capazes de enfrentar desafios e atuar na forma ativa na sociedade, ao invés de apenas a reprodução de conhecimentos prontos. Para ele é essencial que o ensino seja contextualizado e o aluno aprenda fazendo.

Oliveira (2020), explica que as metodologias ativas são ferramentas de ensino que utilizam experiências reais ou simuladas durante as aulas com o intuito de que os alunos resolvam problemas inseridos em diferentes contextos, motivando-os a analisar, refletir, relacionar conceitos e atribuir significado às suas descobertas. Dessa forma, o professor possibilita que o aluno participe intensamente das aulas e seja protagonista em seu processo de construção do conhecimento.

Seguindo o contexto das metodologias ativas, Ausubel (1982), expõe que o estudante deve ser o ator principal na construção do seu próprio conhecimento, com base em seus conhecimentos prévios. Para isso, o professor assume o papel de mediador, apresentando os conteúdos por meio de questionamento e problemas reais, inseridos na realidade dos alunos. Dessa forma, o professor estimula a busca por respostas e soluções, utilizando atividades que integram a teoria com a prática, vinculando o processo de aprendizagem às necessidades reais dos estudantes.

Nas metodologias ativas, o aluno é o sujeito ativo no processo de aprendizagem e o professor assume o papel de mediador, o que contrasta com os modelos tradicionais de ensino, onde a transmissão do conteúdo era focada no professor, sendo este o protagonista. Neste contexto, por meio de aulas expositivas, o aluno recebe as informações prontas e, dificilmente, faz as conexões necessárias para se apropriar do conteúdo. Embora haja muitas discussões sobre a importância da adoção

de novas metodologias para uma aprendizagem significativa, ainda há muitos docentes que não compreendem essas mudanças e têm dificuldade de aplicar esses conceitos em sala de aula (Oliveira, 2020).

Na concepção das ideias de John Dewey sobre aprender fazendo (*learning by doing*), a educação deve ser a preparação para a vida. Ao invés disso, deve acompanhar a própria vida dos estudantes, focando no desenvolvimento humano e proporcionando uma aprendizagem por meio de experiências, reflexões, tomada de consciência e estabelecimento de relações, o que favorece a construção do conhecimento (Bacich e Moran, 2018)

Sendo assim, a aprendizagem é ativa quando o aluno consegue avançar na construção do conhecimento, conectando os conhecimentos prévios com os novos saberes adquiridos. Nesse processo de aprendizagem, novos conhecimentos são agregados aos conhecimentos prévios e vão se articulando com as aprendizagens decorrentes das interações pessoais, sociais e culturais onde estão inseridos (Moran, 2018).

A elaboração de aulas com metodologias ativas requer planejamento e esforço para a criação ou reconstrução de atividades didáticas, fundamentadas nos conteúdos a serem trabalhados, para que se concretizem em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas. (Bes *et al.*, 2018).

Para planejar as aulas com a utilização de metodologias ativas, é importante considerar que os alunos não aprendem da mesma forma e nem no mesmo ritmo e as particularidades de cada um devem ser levadas em conta pelo professor. Assim, proporcionar uma aprendizagem ativa requer mais do que aulas diferenciadas, é preciso uma mudança de postura por parte do professor e a compreensão do universo dos estudantes, a fim de que o docente possa identificar as características de seus alunos e propor estratégias mais adequadas à realidade deles (Oliveira, 2020).

A aprendizagem ativa, segundo Moran (2018), ocorre desde o nascimento e continua ao longo da vida nos campos pessoal, social e profissional, por meio de processos complexos que ampliam a percepção e o conhecimento. O autor considera que a aprendizagem por questionamentos e experimentações favorece uma compreensão mais ampla, eficaz e duradoura do que foi aprendido.

Moran (2018) ainda esclarece que há um vasto referencial sobre as metodologias ativas e suas potencialidades, com muitas variações possíveis na aplicação. Cabe ao professor analisar as que mais se adequam à realidade da sua

turma, podendo experimentar diferentes variações de forma dinâmica e constante, reavaliando-as e reinventando-as com base em seu cotidiano, para obter os resultados desejados.

Dentre as metodologias ativas mais utilizadas na educação podem ser citadas: aprendizagem baseada em projetos ABP ou PBL (*problem based learning*); aprendizagem baseada em problemas; sala de aula invertida; estudos de caso; júri simulado; aprendizagem baseada em times ou TBL (*Team Based Learning*); rotação por estações; gamificação, dentre outras.

Dentre elas, destacamos o ensino por investigação e as atividades colaborativas que serão descritas nos próximos itens.

2.6 Ensino por investigação

O ensino por investigação, de acordo com Vieira (2012), favorece que o estudante se aproxime do método científico e compreenda os processos que embasam as ciências, pois possibilita que eles observem, questionem, analisem, investiguem, resolvam problemas, formulem hipóteses e elaborem explicações para os fenômenos estudados, participando ativamente das atividades que são desenvolvidas.

Essa estratégia didática estimula o protagonismo dos alunos, já que possibilita que eles tenham liberdade para formular hipótese e defender seu ponto de vista ao participar ativamente do processo de aprendizagem. Isso favorece a construção do conhecimento, além de melhorar a motivação dos estudantes, conforme aponta Mourão e Sales (2018).

Scapa e Campos (2018), ao discorrem sobre os benefícios do ensino por investigação, reforçam seu potencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e do raciocínio lógico, estimula a criatividade, a capacidade de análise de dados e a formulação de hipóteses. Além disso, promove o trabalho colaborativo com melhoria na tomada de decisões e na motivação dos estudantes, conforme reforça Cleophas (2016). Ele também aponta que o uso do ensino por investigação como estratégia didática contribui para uma aprendizagem voltada para situações-problema, o que promove o raciocínio lógico e favorece o desenvolvimento de habilidades fundamentais em todas as áreas do conhecimento como cooperação, autonomia, entre outras. Também favorece o trabalho interdisciplinar, pois permite contextualizar

na prática os conteúdos aprendidos em sala de aula, podendo ser utilizado em todas as disciplinas.

Silva (2016), relata que, para que o estudante se interesse pelas aulas, ele necessita ser estimulado com atividades desafiadoras e investigativas, utilizando situações problema que proporcionem a busca por soluções criativas, o trabalho colaborativo, a argumentação, a elaboração de estratégias e a formulação de hipóteses. Assim, o aluno participa ativamente como protagonista do processo de aprendizagem e desenvolve criatividade, senso crítico, senso de colaboração e responsabilidade, o que favorece a construção do conhecimento científico.

Para isso, o professor não pode ser aquele que apenas transmite seu conhecimento, mas sim necessita agir como mediador, orientando os alunos no decorrer das atividades, estimulando-os a encontrar soluções criativas sem dar respostas prontas (Vieira 2012).

Em relação ao ensino de Biologia essa metodologia possibilita a integração dos conteúdos específicos, como no caso da fotossíntese, fazendo com que estes se tornem mais relevantes e contextualizados e, possam, assim, contribuir para uma aprendizagem mais efetiva e para o desenvolvimento do conhecimento científico (Carvalho, 2017).

Ainda segundo Carvalho, (2017), o ensino por investigação tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades voltadas para a alfabetização científica, o ensino de conceitos relacionados ao conhecimento científico e a promoção da argumentação, além de auxiliar os estudantes a se familiarizar com as inovações científicas e tecnológicas e debater temas cotidianos voltados à Ciência.

Sasseron e Carvalho (2008) organizam os saberes relacionados à alfabetização científica em três eixos estruturantes, igualmente importantes e que devem ser trabalhados para que os objetivos sejam atingidos:

- compreensão básica dos termos científicos e conhecimento dos conceitos científicos fundamentais, que estão relacionados com a organização, classificação e análise dos dados obtidos por meio de uma investigação;
- compreensão da natureza das Ciências, bem como dos fatores éticos e políticos envolvidos em sua prática, que engloba o raciocínio lógico e o raciocínio proporcional, relacionados à estrutura do pensamento;
- entendimento das relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, que está ligado ao levantamento de hipóteses, teste das hipóteses, justificativa,

previsão e explicação, ou seja, relaciona-se à compreensão da situação analisada.

Dada a importância da alfabetização científica, a Unesco (2005) considera o ensino de Ciências como sendo fundamental na formação científica e tecnológica da população, para que os cidadãos sejam capazes de, não só se apropriarem dos conhecimentos científicos, mas também despertar neles o desejo de produzir mais esse tipo de conhecimento. Segundo a UNESCO ainda, a alfabetização contribui para uma sociedade mais equitativa com menor desigualdade social e intelectual.

Carvalho, (2017) considera o ensino por investigação uma metodologia capaz de proporcionar a alfabetização científica. Segundo a autora, o ensino por investigação possui quatro características fundamentais que podem ser trabalhadas em diversas atividades práticas com os estudantes:

- atividades de aprendizagem baseadas em problemas;
- experimentos, atividades práticas e atividades que incluem a busca por informações;
- atividades autorreguladas que priorizam o protagonismo e a autonomia dos estudantes;
- comunicação e argumentação.

Ainda segundo Carvalho, (2017), quando os estudantes desenvolvem essas atividades, eles participam ativamente, diferentemente de outras atividades em que eles não têm a responsabilidade na tomada de decisões e na realização do que é proposto. No entanto, isso exige uma mediação constante do professor, que pode variar bastante conforme os objetivos das atividades, o tempo disponível para a realização da atividade, os conceitos a serem trabalhados, as características dos estudantes e o nível de exigência da atividade.

As etapas essenciais no ensino por investigação segundo os parâmetros curriculares norte-americanos são o engajamento em perguntas de ordem científicas, o uso de evidências para elaborar as respostas, a formulação de hipóteses que explicam as evidências observadas, a avaliação das explicações sob diferentes perspectivas, principalmente as científicas e a justificativa e comunicação das conclusões propostas. Já no Brasil, há poucas iniciativas que contemplam o ensino por investigação e o desenvolvimento de habilidades investigativas nos conteúdos específicos de Biologia dentro do currículo, gerando dificuldades no desenvolvimento do conhecimento biológico e científico (Carvalho, 2017).

Em relação às dificuldades para trabalhar com o ensino por investigação nas aulas de Biologia, Carvalho (2017) relata que nem todos os conteúdos presentes no currículo de Biologia são possíveis de experimentos clássicos, possíveis de serem trabalhados em sala de aula, já que o número de variáveis passível de ser analisado nesse espaço e no tempo disponível é muito restrito, dado a complexidade dos sistemas biológicos e as interações entre seus componentes. Por exemplo: o processo evolutivo dos seres vivos resulta na interação de inúmeros fatores, inclusive do acaso, assim como as mutações que podem surgir em uma população, tornando cada indivíduo único, diferente do que ocorre no mundo inanimado. Entender a função do acaso nesses processos é fundamental para que os estudantes compreendam os conceitos e desenvolvam habilidades específicas da Biologia. No entanto, torna-se difícil elaborar atividades práticas ou experimentais capazes de demonstrar o papel do acaso ou de outros processos biológicos, seja porque o número de amostras necessita ser muito grande, ou por ser difícil encaixar no tempo e espaço disponíveis em sala de aula ou ainda pela dificuldade de se observar alguns fenômenos a olho nu.

Porém, apesar das dificuldades relacionadas às particularidades da Biologia, nem sempre o ensino por investigação necessita da realização de experimentos práticos, podendo ser utilizadas outras modalidades didáticas, como a resolução de problemas, atividades colaborativas, entre outras, que exigem uma solução própria e que estimula os estudantes a desenvolverem diferentes habilidades relacionadas às ciências biológicas, além de atrair o interesse dos estudantes (Carvalho, 2017).

Mourão e Sales (2018) e Vieira (2012), sugerem quatro estratégias possíveis para trabalhar com o ensino por investigação em sala de aula. São elas:

- 1- Demonstrações investigativas: nessa atividade, Mourão e Sales (2018) explicam que os experimentos são realizados de forma demonstrativa, com o objetivo de ilustrar uma teoria, o que leva os estudantes a investigar o fenômeno em questão. Assim, o problema é proposto com a utilização de questões que visam levantar os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de que o professor possa conduzi-los na transformação do senso comum no conhecimento científico.
- 2- Laboratório aberto: nessa estratégia, segundo Vieira (2012), os estudantes, em grupos, procuram desenvolver estratégias para resolver situações-problema por meio de uma experiência, utilizando para isso o método

científico. Assim, eles precisam levantar hipóteses, elaborar a metodologia, detalhar como irão realizar o experimento, montar o experimento, coletar e analisar os dados obtidos e, por fim, elaborar a conclusão (Mourão e Sales, 2018).

- 3- Questões abertas: consiste em questões relacionadas ao dia a dia dos estudantes, que são formuladas baseando-se nos conteúdos trabalhados durante as aulas, com o objetivo de estimular os alunos a argumentar sobre esses conteúdos, segundo Vieira (2012). Mourão e Sales (2018), explicam que o professor pode determinar a melhor forma de trabalhar, seja com grupos grandes de alunos, grupos pequenos ou em duplas, de forma oral ou escrita.
- 4- Problemas abertos: essa abordagem didática visa estimular a investigação por meio de problemas gerais e cotidianos, os quais, para serem resolvidos, necessitam que os estudantes elaborem hipóteses e tomem decisões para elaborem estratégias criativas de solução, o que os levará a materialização dos resultados (Mourão E Sales, 2018).

Quando o ensino por investigação é aplicado como estratégia didática em sala de aula, os estudantes necessitam trabalhar em conjunto para resolver as atividades e propor soluções criativas para determinados problemas. Para isso, eles precisam discutir e argumentar com os colegas, elaborar estratégias, ter empatia, saber ouvir a opinião do outro, tomar decisões em conjunto, além de respeitar diferentes pontos de vista, habilidades que serão fundamentais para a vida em sociedade e para seu futuro profissional (Silva, 2016).

Carvalho (2017), descreve algumas etapas para aplicar o ensino por investigação em sala de aula:

- Inicialmente o professor propõe o problema para a turma e disponibiliza os materiais que serão utilizados durante a resolução. O problema deve ser objetivo e claro, a fim de que o estudante possa realizar as ações necessárias buscando sua resolução.
- Na próxima etapa, os estudantes, em grupo, irão se familiarizar com os materiais disponíveis, buscando conhecê-los melhor. O professor verifica se os alunos conseguiram entender o problema proposto e, em caso negativo, busca orientá-los.
- Os alunos iniciam a busca por soluções para o desafio proposto.

- Quando os estudantes conseguem chegar a uma solução, o professor organiza a sala para que eles possam discutir com os demais grupos e relatar como fizeram para encontrar a solução do problema.
- Após terminarem os relatos dos estudantes, o professor realiza alguns questionamentos a fim de proporcionar novas reflexões. Além disso, caso necessário, o professor pode fazer alguns comentários sobre as soluções encontradas pelos grupos, já que nem todos irão chegar à mesma resolução ou às mesmas conclusões, mesmo porque, no ensino por investigação, não há resposta padronizada ou certo e errado, apenas diferentes modos de se chegar a uma solução.
- O professor, então, utiliza situações cotidianas para contextualizar o problema e relacioná-lo com o dia a dia dos alunos, demonstrando a importância daqueles conceitos, a fim de que o aluno compreenda o significado daquela atividade.
- Para finalizar, os alunos são convidados a produzir algum material de comunicação sobre o que aprenderam durante a atividade, seja um texto, um desenho, um cartaz físico ou digital, um vídeo, entre outras possibilidades.

O professor desempenha papel fundamental neste tipo de metodologia, uma vez que, em sala de aula, é ele quem proporciona as condições para os estudantes interagirem entre si e com o conteúdo trabalho, ao elaborar e propor o desafio a ser solucionado e discutir aspectos importantes sobre o tema com os alunos, a fim de que eles construam seus conhecimentos. Além disso, é ele quem orienta os alunos durante a realização das atividades, assumindo uma postura mediadora e, ao fim da aula, retoma a discussão com a turma ao refletirem sobre as conclusões. Assim, com essa estratégia espera-se proporcionar ao aluno uma aprendizagem mais efetiva e significativa (Carvalho, 2018).

Vieira (2012) também enfatiza a importância do professor como mediador, tornando-se um questionador, que argumenta e não dá respostas prontas, além de saber conduzir, perguntar e propor desafios, estimulando os alunos a buscar soluções, levantar hipóteses, discutir estratégias para testá-las e elaborar conclusões, envolvendo-os de forma cognitiva e afetiva.

Essas novas estratégias exigem uma mudança no papel do professor, com uma postura mais flexível e uma atuação como mediador no processo de ensino-aprendizagem, para além da pura exposição do conhecimento disciplinar específico.

Atuar como mediador exige entendimento de como se dá o processo de aprendizagem, de quais são os conhecimentos prévios dos alunos, de como trabalhar com salas heterogêneas e de quais são as defasagens de aprendizagem que os estudantes trazem.

2.7 Atividades colaborativas

As atividades colaborativas estimulam o desenvolvimento de habilidades importantes para a vida em sociedade como liderança, pensamento crítico, cooperação, argumentação, autonomia e criatividade, além de favorecerem o desenvolvimento de várias competências socioemocionais como empatia, respeito, curiosidade, imaginação criativa, confiança, persistência e foco (Bes *et al*, 2019)

Cohen e Lotan (2017) afirmam que as atividades colaborativas se caracterizam por alunos trabalhando juntos em grupos pequenos, com a participação de todos durante a realização das tarefas claramente atribuídas. Neste contexto, os alunos desempenham as atividades sem orientação direta do professor, que atua apenas como mediador.

Esse tipo de atividade proporciona inúmeros benefícios para os estudantes pois é uma técnica eficaz para atingir certos objetivos de aprendizagem intelectual e social, além de ser excelente para o aprendizado conceitual, para a resolução de problemas e para o desenvolvimento da linguagem acadêmica. Além disso, ajuda a melhorar as relações interpessoais e intergrupais, vista que aumenta a confiança e a cordialidade, estimula o desenvolvimento de habilidades importantes para atuar em equipe, que podem ser transferidas tanto em situações dentro do contexto escolar como na vida adulta (Cohen e Lotan, 2017).

Malheiros (2019) explica que os trabalhos em grupo podem ser realizados de maneiras variadas, com a utilização de jogos, dramatizações, estudos de caso em grupo, debate, seminários, *brainstorm*, dentre outras.

Dentre as principais vantagens na utilização dos trabalhos em grupos como estratégia didática estão a associação entre a realidade e a teoria estudada, o desenvolvimento do raciocínio e estímulo da criatividade. No entanto, essa metodologia exige dedicação e um profundo conhecimento e criatividade por parte do professor. Além disso, os espaços escolares nem sempre são adaptados para a

realização de atividades fora da sala de aula, pontos que podem ser citados como dificultadores para o uso dessa metodologia (Malheiros, 2019).

Cohen e Lotan (2017), destacam que, o uso do trabalho em grupos colaborativos durante as aulas, facilita a compreensão de conteúdos abstratos, resultando em uma compreensão mais eficaz e adequada desses conceitos. Porém, para que isso ocorra, a atividade de aprendizagem deve focar no pensamento conceitual, evitando-se a memorização de informações mecanicamente e o grupo precisa ter todos os recursos necessários para que possam completar a tarefa, incluindo competências cognitivas e habilidades linguísticas adequadas, informações relevantes e instruções claras e objetivas.

Bes *et al.* (2019), esclarece que há dois tipos de atividades em grupo que podem ser diferenciadas na forma de organização das tarefas pela equipe: as colaborativas e as cooperativas. Nas atividades colaborativas todos os membros do grupo trabalham de forma conjunta e coordenada em busca do objetivo pretendido, não havendo divisões hierárquicas na equipe. Já na cooperação, há a definição de uma estrutura hierárquica, onde cada integrante do grupo é responsável por uma tarefa. Independente da escolha, é fundamental o professor conhecer a turma e, assim, propiciar o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e da colaboração entre eles.

Cohen e Lotan (2017) relatam que muitos conteúdos trabalhados no ensino médio exigem a memorização ou aplicação de regras, o que pode transformar a aprendizagem em um processo mecânico de memorização. No entanto, o uso de estratégias diferenciadas com a utilização de metodologias ativas, como o trabalho colaborativo, pode estimular os estudantes a aprenderem por meio do planejamento, análises e reflexões, tarefas que exigem a interação e a colaboração para solucionar desafios, além da aplicação de conceitos e ideias.

Ainda segundo Cohen e Lotan (2017), durante as discussões em grupo, cria-se condições para que os alunos extrapolem seus conhecimentos ao argumentarem e exporem seus pontos de vista, buscando se comunicar com os demais, o que favorece uma aprendizagem entre os pares. Ou seja, o fato de um aluno explicar um conceito a um colega, auxilia na sua própria compreensão daquele conceito, já que ensinar é o melhor caminho para aprender.

Assim, com o uso das atividades colaborativas, é possível proporcionar ao estudante uma aprendizagem mais efetiva e voltada para a sua vivência cotidiana,

contextualizando os conteúdos trabalhados com a realidade onde vivem, bem como com o meio social onde estão inseridos, seus sentimentos e necessidades, para que possa haver uma conexão entre a vida escolar e a vida cotidiana.

2.8 O uso de jogos como metodologia ativa

Para que a aprendizagem significativa aconteça, segundo proposto por Ausubel (1982), o aluno precisa querer aprender e esse, talvez, seja um dos maiores desafios enfrentados pelos professores em tempos de internet, smartphones, jogos eletrônicos, redes sociais e etc. (Brito; Purificação, 2015).

Goméz (2015) destaca que para que a aprendizagem aconteça, não basta apenas transmitir os conteúdos e esperar que os alunos os dominem, é preciso utilizar metodologias variadas, por meio de ações didáticas que sensibilizem o interesse dos estudantes e favoreçam a assimilação dos conceitos apresentados.

Campelo, et al. (2023), completam essa ideia ao afirmar que a utilização de materiais didáticos diferenciados como livros, vídeos, revistas e jogos didáticos contribuem para a aproximação dos jovens do conhecimento científico, pois despertam o interesse e estimulam a construção do conhecimento.

De acordo com Nogueira, et al. (2021), os jogos didáticos estimulam o senso crítico, contribuem para o desenvolvimento da cognição, favorecem a aprendizagem, auxiliando na complementação e/ou fixação dos conteúdos e tornam-se recursos alternativos em áreas de difícil entendimento

Perazzollo e Baiotto, (2018), ressaltam que a utilização de jogos didáticos nas aulas de Biologia é uma oportunidade para possibilitar que os alunos vivenciam mais de perto a realidade das Ciências, ao elaborar hipóteses, utilizar e compreender o método científico, o que facilita a compreensão dos conteúdos disciplinares.

O uso de elementos presentes nos jogos no contexto escolar visa motivar, engajar, reter a atenção dos alunos e melhorar o seu rendimento e desempenho no processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto podem ser utilizados dentro dos jogos educacionais elementos como: competição, objetivos ou níveis a serem atingidos, motivação, regras, diversão, cooperação, entre outros. Isso estimula o aluno a ouvir, ver, questionar, discutir, fazer, ensinar e pensar sobre o que está fazendo (Silva; Sales; Castro, 2018).

McGonigal (2012), reforça que o uso dos jogos na educação tem como objetivo alterar o comportamento dos alunos utilizando desafios, interações, metas, entre outros, a fim de promover o engajamento e a motivação, favorecendo a aprendizagem.

Devido ao avanço e a multiplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), juntamente com a facilidade de acesso a elas por meio de computadores, telefones celulares, *tablets* e afins, tem se observado um maior protagonismo dos jovens na cultura digital. Essa inserção dos estudantes na cultura digital pode favorecer a adoção de metodologias ativas com o uso da tecnologia (BRASIL, 2017).

Bannel *et al.* (2016), completa essa ideia, ao afirmar que os adolescentes de hoje têm se mostrado habilidosos no uso do celular e do computador, seja para jogos, para apreciar vídeos, ou para interagir com outras pessoas, por exemplo.

O uso dos jogos aliados à tecnologia como ferramenta didática pode contribuir com a aprendizagem, já que é uma estratégia que promove o encantamento e a motivação dos adolescentes e a aprendizagem colaborativa, assim como desenvolvimento da criatividade, autonomia, iniciativa, cooperação, perseverança e autocontrole (Silva, et al. 2019).

Campelo, et al. (2023), reforçam essa ideia ao afirmar que os jogos eletrônicos podem ser considerados importantes ferramentas didáticas atualmente, visto a intimidade com que os estudantes lidam com a tecnologia, podendo contribuir de forma efetiva para a compreensão dos assuntos estudados.

Com isso, os professores podem aproveitar os elementos da cultura digital para tornar suas aulas mais atrativas e prazerosas. Além disso, o domínio das ferramentas digitais é uma habilidade fundamental para a inserção no mercado de trabalho e na vida profissional. Sendo assim, é necessário que a escola trabalhe a cultura digital e que o professor esteja preparado para isso (Silva, 2023).

Deve-se considerar que os alunos e a maioria dos professores são de diferentes gerações. A maioria dos professores é considerada como “imigrantes digitais”, fazendo parte da era pré-digital. Já os alunos são “nativos digitais”, acostumados a multitarefas, a receber informações de modo instantâneo e a avançarem movidos a desafios e recompensas. Tudo isso pode gerar uma dificuldade de comunicação e de inserção dos professores no universo da tecnologia (Prensky, 2001).

Camargo e Daros (2018), ressaltam que o uso da tecnologia não é considerada uma metodologia ativa se não tiver um propósito didático bem definido, para que possa potencializar a aprendizagem e atrair a atenção dos alunos, conectando-os ao conteúdo trabalhado.

Para tanto, conforme aponta Bannel *et al.* (2016), é preciso que o professor tenha claro os objetivos de aprendizagem e a intencionalidade didática no uso dos jogos e das ferramentas digitais, para que os alunos possam aprender e desenvolver as habilidades pretendidas, a fim de ampliar seus conhecimentos, sempre apoiados pela mediação do professor.

Perazzollo e Baiotto (2018), completam afirmando que o professor precisa pesquisar e se informar sobre o jogo que pretende utilizar durante as aulas, a fim de estar seguro em relação aos assuntos que serão trabalhados e à metodologia utilizada, para que o ensinar e o aprender por meio dos jogos aconteça de forma divertida e envolvente para alunos e professores. Segundo eles, a utilização de jogos pode acontecer desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio, pois é uma ferramenta que possui vantagens sobre os materiais tradicionais, já que possibilita a participação ativa dos alunos e proporciona situações problema desafiadoras, além da materialização dos conceitos.

De acordo com Pereira (2021), o professor precisa estar familiarizado com as ferramentas que irá utilizar durante as aulas, sejam elas digitais ou não, pois ele assume um papel fundamental, sendo o mediador que irá conduzir o processo de aprendizagem, objetivando o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas.

O uso dos jogos pode favorecer o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem, pois ele é estimulado a sair do comodismo de simplesmente receber as informações e passa a participar ativamente das atividades a serem realizadas (Silva; Sales; Castro, 2018).

Campelo, et al. (2023) relata que para a elaboração, desenvolvimento e aplicabilidade de jogos didáticos é necessário que haja um embasamento teórico e que os conteúdos sejam organizados de forma lúdica e didática, para que o jogo se torne mais receptivo e tenha uma boa aceitação, além de garantir a aplicabilidade da proposta didática. Além disso, é fundamental ressaltar a importância da clareza dos objetivos e da estratégia metodológica utilizada, respeitando o tempo de exposição

dos alunos ao jogo. Dessa forma, o jogo didático se tornará uma ferramenta facilitadora para aprendizagem ao invés de se apenas uma atividade recreativa.

Segundo o trabalho de Perazzollo e Baiotto (2018), os educadores entrevistados por eles, que utilizaram jogos didáticos em suas aulas de Ciências e Biologia, relatam que perceberam benefícios em relação à memorização e compreensão dos conceitos trabalhados e melhora na participação e na realização das atividades por parte dos alunos. Além disso, afirmam que, com os jogos, os conteúdos puderam ser trabalhados de forma mais prazerosa, já que os estudantes se sentiram felizes, motivados e mais interessados, o que contribuiu para o desenvolvimento cognitivo dos mesmos.

Campelo, et al. (2023) também relatam evidências significativas do uso dos jogos didáticos. Os autores citam que os alunos apresentaram maior compreensão dos conteúdos científicos, além da oportunidade de interação entre eles, onde puderam compartilhar responsabilidades e conhecimentos. Dessa forma, a atividade desenvolvida se torna um momento integrador e de trabalho colaborativo. A seguir são apresentados alguns dos conteúdos que, segundo os autores, foram trabalhados por meio dos jogos e os resultados obtidos por eles com a aplicação desses jogos:

- **Biologia Celular, Biologia Molecular e Bioquímica:** são temas considerados pelos estudantes de difícil compreensão, pois são abstratos e exigem o conhecimento de muitos termos com nomes complicados. Por esse motivo, há muitos jogos disponíveis com esse tema, principalmente em formato digital. Os autores utilizaram um jogo de tabuleiro semelhante ao banco imobiliário (Brinquedos Estrela®), onde os alunos percorriam o tabuleiro e quando parassem em uma casa deveriam responder uma questão. Quando houvesse dúvida, os colegas poderiam ajudar. Segundo os relatos apresentados, o uso do jogo estimulou a participação dos estudantes, proporcionou a cooperação entre eles e favoreceu a aprendizagem.
- **Genética e Evolução:** área onde também há grande dificuldade de compreensão, visto que são temas complexos, abstratos e que abrangem conhecimentos de outras áreas que os alunos, geralmente, não estão familiarizados. O jogo mostrado pelos autores tem o objetivo de trabalhar a estrutura de dupla hélice do DNA e as etapas da duplicação, transcrição, tradução e síntese de proteínas, por meio da

manipulação de peças, em material emborrachado, que deveriam ser encaixadas seguindo a estrutura de dupla-hélice do DNA. Eles observaram que os estudantes apresentaram melhor compreensão sobre o tema trabalhado com essa atividade.

- **Botânica:** este não é um tema que desperta muito interesse dos estudantes, além de envolver conhecimentos sobre morfologia e taxonomia, o que o torna muito complexo e com uma grande quantidade de termos difíceis. O jogo utilizado consiste em um tabuleiro na forma de uma árvore onde as peças que percorrem o tabuleiro representam os minerais que circulam pela planta. À medida que avançam, os estudantes respondem perguntas. Os autores relatam que o uso do jogo propiciou aos alunos a compreensão dos conteúdos e proporcionou melhora na aprendizagem, além de motivar a participação dos estudantes.

Ao comparar as atividades desenvolvidas pelas turmas que utilizaram os jogos no processo de aprendizagem com as demais turmas, Campelo, et al. (2023) concluem que os jogos didáticos podem auxiliar no desenvolvimento de várias habilidades como a cognição, colaboração, motivação e criatividade, em comparação ao modelo tradicional de ensino, onde ocorre a simples transmissão e recepção dos conteúdos, sendo o professor o único agente ativo e os alunos apenas memorizam os conceitos, esquecendo-os rapidamente. Além disso, os autores da pesquisa afirmam que os jogos são importantes para a fixação dos conteúdos, sendo no caso proposto e analisado, uma atividade complementar às aulas teóricas e não uma substituição da teoria.

Segundo verificado por Nogueira, et.al (2021), em sua pesquisa sobre a aplicação de um jogo sobre Evolução nas aulas de Biologia, alunos e professores relataram que o jogo auxiliou na aprendizagem, pois favoreceu a compreensão de conteúdos como o comportamento dos genes nas futuras gerações e a construção de heredogramas.

O jogo, intitulado “Evolução: a luta pela sobrevivência”, consiste em um jogo de tabuleiro e foi aplicado com alunos da 2ª série do Ensino Médio de três escolas públicas diferentes. Os alunos participantes relataram que, com o jogo, conseguiram aprender novos conteúdos (como heredogramas), além de esclarecer dúvidas sobre a matéria (como a diferença entre homo e heterozigotos) e a relembrar alguns temas

já estudados. Já os professores afirmaram que o jogo foi uma forma de rever alguns temas estudados e auxiliou no ensino de conteúdos novos de forma lúdica, o que contribuiu para a apropriação desses conteúdos por parte dos alunos (Nogueira, et.al, 2021).

Além disso, os pesquisadores puderam observar o entusiasmo dos estudantes durante o jogo, relatando que os alunos se mostraram motivados a participar da atividade e aprender novos assuntos (Nogueira, et.al, 2021).

Sales, et.al, (2019), ao aplicarem o jogo “Corrida de vida”, sobre abiogêneses e biogêneses, com alunos da 1ª série do Ensino Médio nas aulas de Biologia, puderam perceber que o jogo estimulou a participação dos alunos, despertando a atenção e a curiosidade deles, mesmo daqueles que, no início, não quiseram participar da atividade. Os pesquisadores relatam que, mesmo no Ensino Médio, o jogo foi capaz de estimular o interesse dos alunos e auxiliou no processo de ensino e aprendizagem, apresentando o conteúdo de forma lúdica.

Segundo os resultados obtidos, eles consideram os jogos como ferramentas didáticas viáveis, que facilitam a aprendizagem e proporcionam um momento de interação entre os estudantes, contribuindo para incluir aqueles que apresentam mais dificuldade de socialização. Além disso, puderam perceber que a interação entre os alunos e o conteúdo estudado aconteceu de forma prazerosa, ao observarem a vibração dos estudantes ao acertar as questões e avançar para as próximas casas. Dessa forma, o jogo favoreceu a construção do conhecimento por parte dos estudantes, que se sentiram importantes ao atuarem como protagonistas no processo de aprendizagem (Sales, et.al. 2019).

No entanto, Perazzollo e Baiotto (2018), apontam que 34% dos professores que utilizam os jogos, apresentaram como dificuldades: a falta de tempo durante as aulas e para o planejamento das atividades, diferenças entre o nível de conhecimento dos alunos, resistência de alguns alunos em participar da atividade, indisciplina e a falta de recursos disponíveis na escola.

Além disso, o desafio da superação do modelo tradicional de ensino, a falta de apoio pedagógico da escola, a precariedade da estrutura física e a grande quantidade de alunos por sala são alguns outros dificultadores para a utilização dos jogos didáticos apontados por Nogueira, et al. (2021).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa é da natureza quantitativa e interventiva. A pesquisa qualitativa consiste em analisar evidências com base em informações verbais, visuais, escritas como textos, imagens e vídeos, a fim de compreender um fenômeno específico, diferentemente da pesquisa quantitativa, que é baseada em números e análises estatísticas (Rodrigues, et. al. 2021).

Para uma pesquisa qualitativa é necessário realizar a escolha adequada dos métodos utilizados, que devem considerar a comunicação entre o pesquisador e a parte explícita da produção de conhecimento. Neste processo, a subjetividade do pesquisador e daqueles que são o objeto de estudo, são parte do processo de pesquisa, incluindo as reflexões do pesquisador sobre as observações realizadas, suas impressões e sentimentos. Essas reflexões e impressões tornam-se dados importantes e devem ser documentadas para que possam fazer parte da pesquisa (Flick, 2009).

Silva (2016) esclarece que neste tipo de pesquisa, os dados são coletados por meio da interação entre o objeto de estudo e o pesquisador, por meio de técnicas de coleta e análise sistêmicas, baseadas em hipóteses levantadas sobre um assunto específico e dados empíricos.

Assim, ao desenvolver uma pesquisa qualitativa interventiva, espera-se uma análise baseada em dados mais reais, que foram obtidos e coletados ao longo do processo por meio de relatos de observações, questionários, entrevistas, fotos e vídeos.

As informações são organizadas em gráficos e tabelas, o que possibilita a obtenção de dados concretos sobre o tema estudado, que servirão de base para o desenvolvimento da pesquisa e permitirão a comparação entre os estudos anteriores e a realidade atual, que é fundamental para a compreensão de como esse tema foi ou ainda está sendo abordado e das variáveis do problema em questão.

Considerando os objetivos dessa pesquisa, as atividades desenvolvidas envolveram o ensino por investigação e trabalho colaborativo, focando no protagonismo dos estudantes, buscando uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1982) do conteúdo de fotossíntese por alunos da 1ª série do Ensino Médio. Para tal propusemos e desenvolvemos um produto educacional constituído por um jogo digital e interativo com a utilização do programa *Microsoft Powerpoint*. O jogo é acessível

preferencialmente por notebook ou computador, visto que algumas das funções do programa não funcionam corretamente em tablets ou smartphones.

3.1 Procedimentos éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/Bauru sob o parecer nº 6.038.873, com registro no CAAE nº 65283122.2.0000.5398 (Anexo A).

O projeto foi apresentado à direção da Unidade Escolar onde a pesquisa foi desenvolvida (Apêndice C) e a respectiva Diretora de Ensino (Apêndice D) para que pudessem autorizar sua realização.

Houve uma conversa inicial com os estudantes sobre os objetivos da pesquisa e como ela seria realizada. Neste momento, eles receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) para que pudessem entregar para os pais/responsáveis autorizarem sua participação. Após a autorização dos pais/responsáveis, os estudantes que se interessaram em participar da pesquisa também assinaram o Termo de Livre e Esclarecido de Assentimento (Apêndice B).

3.2 Diagnóstico local

A pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Estadual de Educação Básica que integra desde o ano de 2022 o Programa de Ensino Integral – PEI, atendendo estudantes do Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio, distribuídos em 19 salas. Está localizada na região central de uma cidade do interior de São Paulo, sendo de fácil acesso.

A escola conta com uma média de 450 alunos matriculados, sendo 300 no Ensino Fundamental e 150 no Ensino Médio, que frequentam as aulas das 7h00 às 16h00 todos os dias.

O prédio possui mais de 80 anos de construção, porém se encontra em bom estado de conservação, com dois blocos de dois andares cada, dois pátios internos, quadra poliesportiva coberta, quadra descoberta, sala de leitura com grande variedade de livros paradidáticos, três salas de informática, sala *maker* equipada com mesas, banquetas e televisão, laboratório de ciências equipado com componentes

básicos (microscópio, laminas, reagentes e vidrarias), Sala Magma, para palestras e evento e acesso à internet sem fio disponibilizado para alunos, funcionários e professores. A escola conta ainda com dispositivos móveis como notebooks, tablets, netbooks e kits multimídia que podem ser utilizados nas salas de aula. As demais dependências da escola são banheiros, salas administrativas, refeitório e cozinha.

Apesar de estar localizada em uma região central, a maioria dos alunos é transportada de bairros mais distantes, apresentando uma condição socioeconômica mais desfavorecida.

3.3 Público-alvo

A pesquisa iniciou-se com dez estudantes que compõem o público-alvo e estão matriculados na 1ª série do ensino médio técnico, sendo 8 meninas e 2 meninos, entre 15 e 17 anos. No entanto, apenas nove estudantes concluíram a pesquisa, já que um dos meninos foi transferido para outra unidade escolar.

Essa turma cursava o ensino médio Novotec com habilitação profissional em informática, curso oferecido em parceria com uma ETEC (Escola Técnica). Por cursarem o curso técnico em informática, esses alunos foram escolhidos para fazer parte da pesquisa e avaliar o produto educacional, já que estão mais familiarizados com questões tecnológicas, além de ser uma turma com perfil crítico.

Também participaram da pesquisa a professora de Biologia que ministra aula nessa turma e uma outra professora de Biologia que ministra aulas na mesma escola.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados para a realização da pesquisa foi realizada por meio de formulários, fotos, vídeos e observações registradas durante as atividades pela pesquisadora em seu caderno de bordo.

A fim de conhecer melhor o público-alvo, foi aplicado pela pesquisadora um mapa e empatia.

Foram elaborados dois questionários diagnósticos, sendo um para os alunos e outro para professores, para conhecer melhor o público-alvo da pesquisa, entender como as aulas eram ministradas e identificar os conteúdos nos quais os estudantes tinham maior dificuldade, conforme os Apêndices D e E respectivamente. Ambos foram elaborados utilizando o *Google Forms*.

O questionário para os professores teve 16 questões, sendo 8 abertas e 8 fechadas. Já o questionário para os alunos foi composto por 14 questões, sendo 6 abertas e 8 fechadas.

Dois questionários avaliativos foram elaborados, também com o uso do *Google Forms*, para serem aplicados após a aplicação da fase 1 do produto educacional. O questionário dos alunos (Apêndice F) continha 20 questões, dentre elas 9 eram abertas, permitindo os comentários dos alunos. O objetivo desse questionário foi avaliar o produto educacional e detectar pontos de melhoria para serem corrigidos na fase 2.

Já o questionário para a professora (Apêndice G) teve como objetivo avaliar a participação dos estudantes, a viabilidade de aplicação do produto educacional e a eficiência do mesmo em relação à aprendizagem. Ele foi composto de 17 perguntas, sendo 15 fechadas e 2 abertas.

Um último questionário avaliativo para os estudantes (Apêndice H), foi aplicado após a aplicação da fase 2, e foi composto por 20 questões, sendo 10 fechadas e 10 abertas. Este também foi elaborado no *Google Forms*, com o intuito de avaliar, principalmente, como foi a experiência de utilização do produto e sua contribuição para a aprendizagem.

Também foram utilizados ao longo da pesquisa como instrumentos para coleta de dados a observação direta realizada pela pesquisadora e as atividades produzidas pelos estudantes durante a aplicação do produto.

3.5 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi dividida em três fases: diagnóstico, planejamento e aplicação, conforme o diagrama mostrado na Figura 1:

Figura 1 - Cronograma das etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

3.5.1 Diagnóstico

Segundo Gray (2009) é essencial conhecer melhor a realidade e o perfil dos estudantes para, com base nesses dados, elaborar o produto educacional que seja significativo e esteja de acordo com as necessidades do público-alvo.

A fim de entender como as aulas eram ministradas e identificar os conteúdos nos quais os estudantes tinham maior dificuldade, foram aplicados dois questionários diagnósticos, um destinado aos alunos e outro destinado aos professores. Para isso, a pesquisadora apresentou o projeto para os alunos em uma das aulas de Biologia, na presença da respectiva professora, onde os alunos foram convidados a participar da pesquisa e responder o questionário diagnóstico *on line* (Apêndice D). Também solicitamos à professora da turma que respondesse o questionário diagnóstico dos

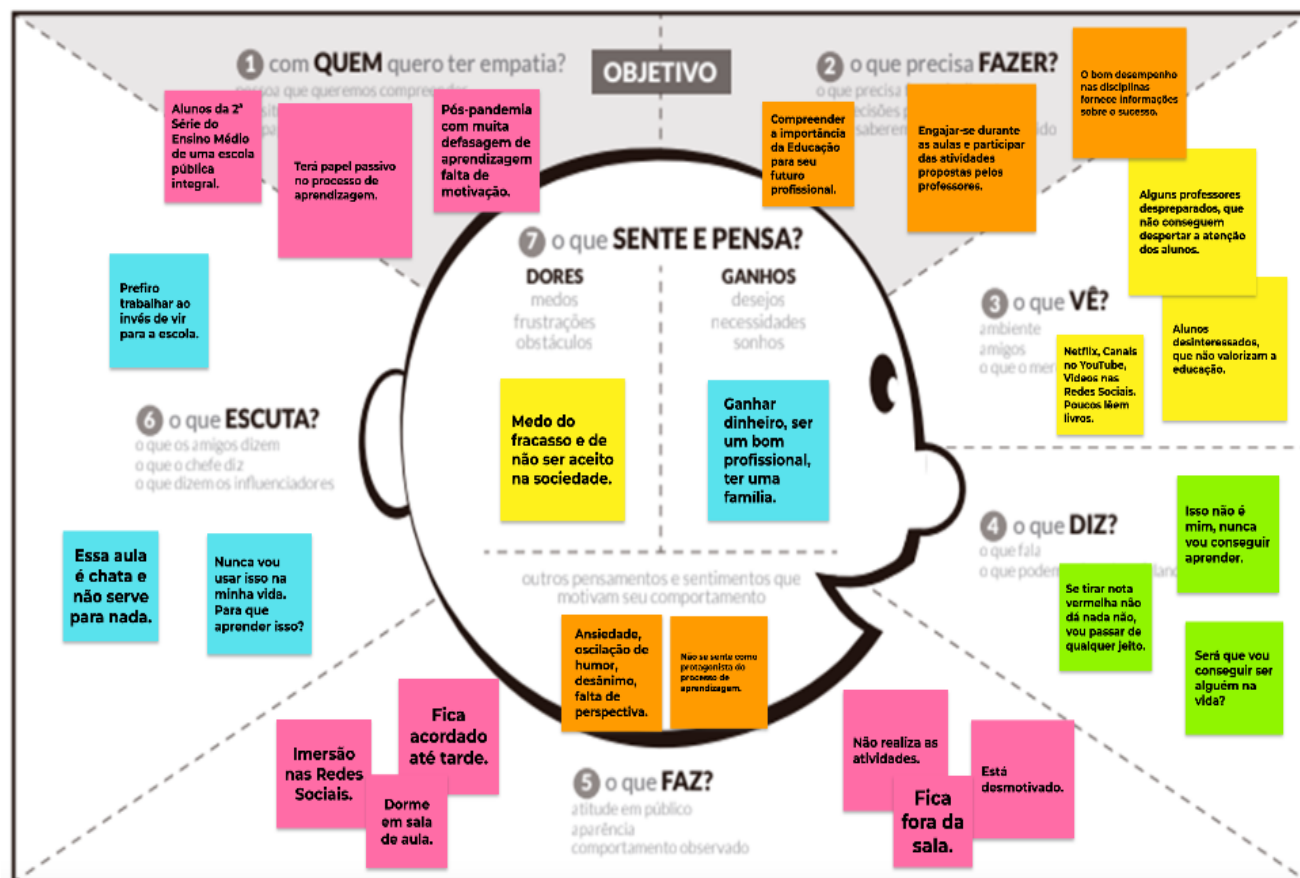
professores (Apêndice E). Outra professora de Biologia, da mesma escola, mas que não ministrava aula para essa turma de alunos, também respondeu o questionário.

A análise das respostas dos questionários, em conjunto com uma revisão da literatura, foram utilizados para definir o conteúdo que seria o foco da pesquisa.

Na mesma aula, a pesquisadora também propôs aos estudantes um mapa de empatia, com o intuito de conhecer quem são os integrantes dessa pesquisa, o que fazem, veem, pensam, ouvem e sentem.

Utilizamos um modelo adaptado de mapa de empatia (Meneguette, 2019) e, na figura 2 estão reunidas as principais respostas dos estudantes.

Figura 2 – Mapa de empatia com os dados coletados com os estudantes



Fonte: Elaborado pela autora

Antes de iniciar a fase 1 do produto educacional, foi realizado pela pesquisadora junto aos alunos, uma roda de conversa para identificar o que os alunos já conheciam sobre fotossíntese.

Após a aplicação da fase 1 do jogo, foram aplicados dois questionários avaliativos, um para os alunos (Apêndice F) e um para a professora (Apêndice G). Os objetivos desses questionários foram avaliar o produto educacional e detectar pontos de melhoria para serem corrigidos na fase 2, além de avaliar a participação dos estudantes, a viabilidade de aplicação do produto educacional e a eficiência do mesmo em relação à aprendizagem.

Após o término da aplicação da fase 2 do produto educacional, os estudantes responderam o outro questionário avaliativo (Apêndice H), a fim de avaliar principalmente como foi a experiência de utilização do produto e sua contribuição para a aprendizagem, segundo a visão dos alunos.

3.4.2 Planejamento e Elaboração do Produto

Pelo diagnóstico apresentado e pela pesquisa bibliográfica realizada, escolhemos o conteúdo "fotossíntese" que faz parte do tema "metabolismo energético" para o desenvolvimento do produto educacional.

Considerando as dificuldades de aprendizagem do conteúdo escolhido e o diagnóstico sobre o perfil dos alunos, optamos por desenvolver um produto educacional que consiste em um jogo interativo, elaborado com a utilização do *Microsoft Powerpoint*. O jogo apresenta uma trilha com desafios onde o aluno, na prática, vivencia as etapas do método científico. Privilegiamos a utilização de estratégias de aprendizagem colaborativa e princípios da metodologia investigativa para a elaboração das atividades.

O jogo é composto por duas fases com seis etapas cada. As etapas foram desenvolvidas com base no método científico, visando o ensino por investigação. São elas:

- Etapa 1: Coleta de informações;
- Etapa 2: Levantamento de hipóteses;
- Etapa 3: Mão na massa - Testando as hipóteses (experimento prático);
- Etapa 4: Observação, análises e socialização;
- Etapa 5: Validação das hipóteses;
- Etapa 6: Aplicação dos conhecimentos

Para a idealização do produto educacional, foi utilizado o *Design Thinking*, metodologia que usa o pensamento crítico e criativo para organizar ideias, visando

desenvolver produtos focados nas necessidades, desejos e limitações dos usuários, com o objetivo de gerar benefícios para estes (Arrudas, 2020).

A visualização do produto foi realizada com base nos critérios de satisfação do aluno, dificuldades apresentadas pelos alunos, abrangência do produto e inovação. Nessa etapa foi considerado o problema da pesquisa e a proposta de solução trazida pelo produto educacional.

Iniciou-se a elaboração do produto educacional com o desenvolvimento do protótipo do produto. Para o protótipo foi feito um roteiro com as telas do jogo (slides) e o que seria mostrado em cada uma, bem como os *hiperlinks* entre as telas.

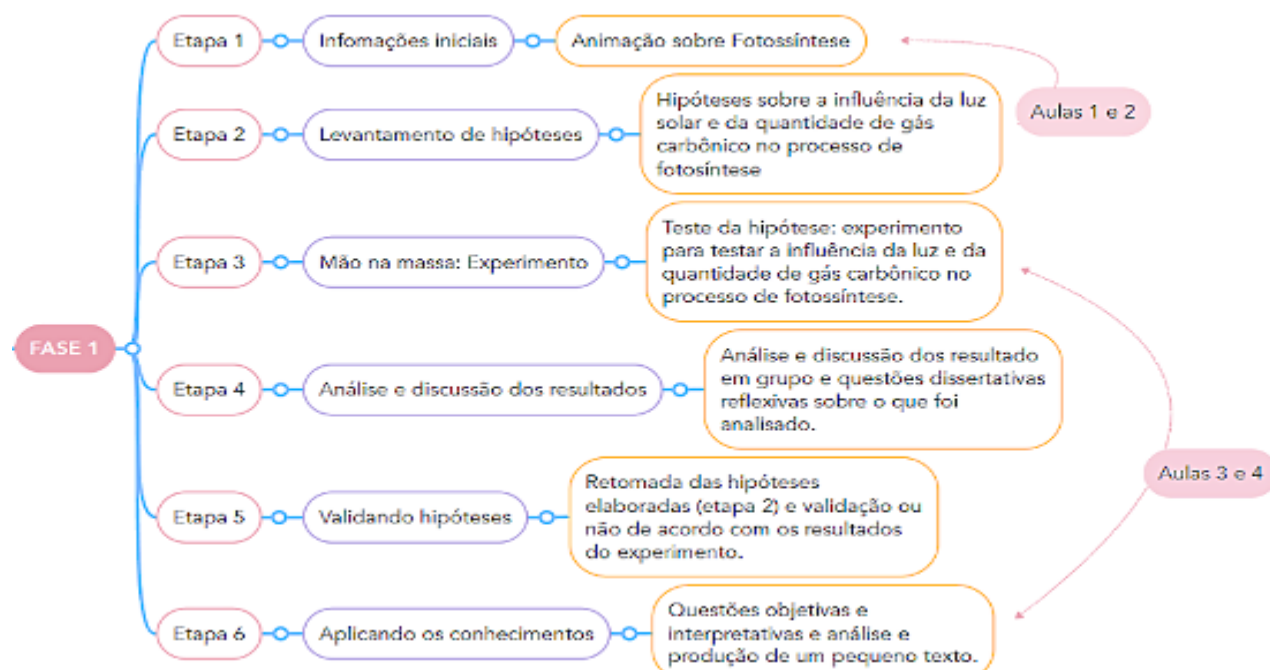
Com base no roteiro elaborado, iniciou-se a elaboração do produto educacional com a construção do jogo.

O produto tem como objetivo o desenvolvimento de competências como: raciocínio lógico, colaboração, resolução de problemas e pensamento crítico, já que estimula a reflexão, discussão de ideias e tomada de decisões.

Apresentamos e discutimos, nos tópicos seguintes, cada etapa do produto, sua aplicação com o público-alvo e os resultados obtidos.

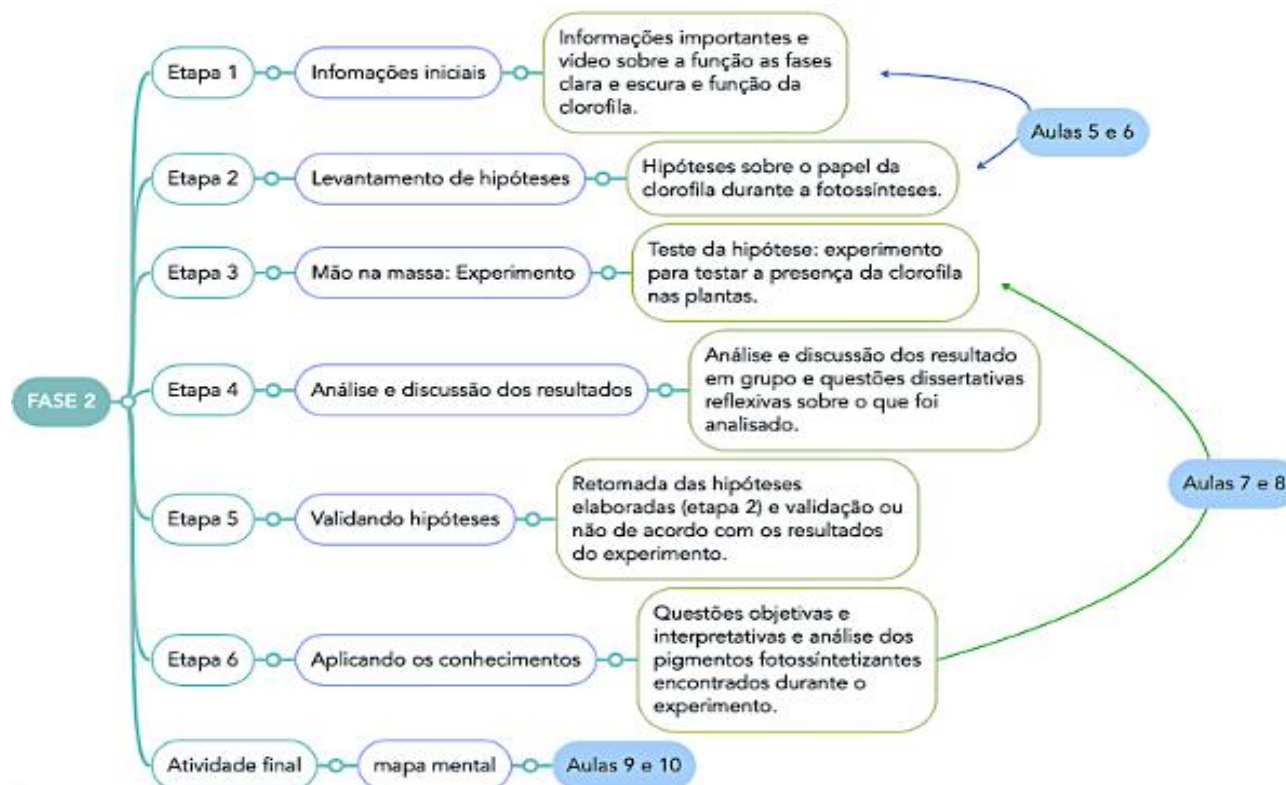
Nos fluxogramas das figuras 3 e 4, estão mostradas de forma resumida as fases, etapas e atividades realizadas dentro do jogo.

Figura 3 - Etapas da realização do produto educacional Fase 1



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4 - Etapas da realização do produto educacional Fase 2



Fonte: Elaborado pela autora

Para orientar os professores sobre o jogo interativo e como aplicá-lo com os estudantes, bem como auxiliá-los sobre os conteúdos trabalhados, foi elaborado pela própria autora, um e-book no site Canva, disponível no Apêndice E. Esse e-book está disponibilizado em arquivo pdf e consiste em um guia de aplicação que contém o plano de aula sugerido para a aplicação do jogo, a descrição de todas as fases/etapas e das atividades a serem desenvolvidas. O objetivo é possibilitar a replicabilidade do produto educacional por outros docentes, facilitando sua utilização.

O e-book é constituído por:

- 1- Descrição do produto educacional
- 2- Benefícios do produto educacional
- 3- Orientações sobre aplicação (com a descrição detalhada de todas as fases/etapas e orientações sobre como trabalhar as atividades, principalmente os experimentos).

Dessa forma, seguindo as orientações contidas no e-book, o docente é capaz de utilizar o jogo interativo com os estudantes em suas aulas.

3.4.3 Aplicação do produto educacional

O produto educacional (jogo interativo) foi aplicado pela pesquisadora, com o acompanhamento da professora da turma, no laboratório de ciências da escola.

Os alunos foram divididos em três grupos (o que pode variar dependendo da quantidade de alunos por turma e do espaço físico da escola).

Foram utilizadas dez aulas de biologia, sendo quatro para a fase 1, quatro para a fase 2 e duas para a atividade final (mapa mental). A atividade final pode ser realizada em apenas uma aula ou ser proposta como trabalho para casa, de acordo com o cronograma de aulas do professor.

Ressaltamos que, além das aulas utilizadas para a aplicação do jogo interativo, é importante que o professor planeje aulas voltadas para a explicação dos conceitos teóricos envolvidos, de acordo com a necessidade de cada turma e considerando o tempo disponível dentro do Currículo utilizado.

Primeiramente foi aplicada a fase um do jogo durante quatro aulas de 45 minutos, divididas em dois dias com aulas duplas.

Ao término da fase 1, foram aplicados dois questionários avaliativos *on line*, elaborados no *Google Forms*, um para os alunos (Apêndice H) e um para a professora

(Apêndice I), com o objetivo de avaliar o jogo e a experiência durante sua utilização, a fim de detectar pontos a serem melhorados na fase dois.

Os questionários foram analisados e, com base nos dados obtidos, algumas melhorias foram realizadas na fase 2, em relação a localização dos comandos presentes no jogo.

Para a aplicação da fase 2 do jogo foram utilizadas seis aulas, divididas em três dias com aulas duplas.

Ao término da aplicação da fase 2, foi aplicado o questionário para os alunos (Apêndice J), com o objetivo de avaliar a experiência vivenciada durante a realização da atividade e a contribuição do produto educacional para a aprendizagem.

Os resultados da aplicação do produto educacional foram analisados juntamente com as atividades produzidas pelos alunos durante o jogo, incluindo a atividade final (mapa mental).

O jogo proposto caracteriza-se por ser interativo e utiliza metodologias ativas como o ensino por investigação e as atividades colaborativas, visto que, esse tipo de estratégia didática, proporciona maior engajamento e protagonismo dos estudantes e auxilia na construção de uma aprendizagem significativa.

Além disso, o jogo permite que o aluno vivencie na prática as etapas do método científico, visto sua importância nas Ciências. Isso possibilita que o aluno possa “fazer ciência”, ao invés de apenas ouvir falar sobre o processo científico. Esse contexto, aproxima o aluno do trabalho dos cientistas, demonstrando sua complexidade e importância para a sociedade.

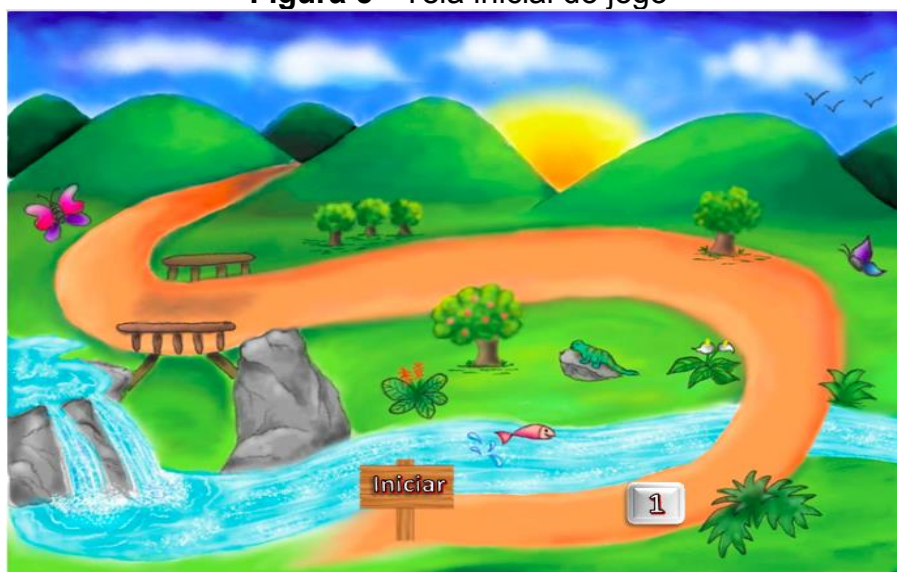
O produto educacional e atividades desenvolvidas ao longo do jogo serão detalhados no próximo item.

4. PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional intitulado “Desvendando os Mistérios da Fotossíntese” consiste em um jogo interativo que foi desenvolvido pela própria pesquisadora com a utilização do *Microsoft Powerpoint*.

O desenho da tela de fundo (Figura 5), foi confeccionado por um aplicativo específico para desenho em tablet pela própria pesquisadora.

Figura 5 - Tela inicial do jogo



Fonte: Elaborado pela autora

O jogo foi elaborado para ser trabalhado *off line*, a fim de facilitar sua utilização, já que muitas escolas não contam com conexão adequada com a internet. Ele pode ser salvo em um pendrive e transferido para computadores / notebooks. A conexão com a rede só é necessária para acessar dois *links* ao longo do jogo. No entanto, se isso não for possível, o professor pode salvar os textos em pendrive e deixar disponível nos equipamentos que serão utilizados ou pode imprimir e entregar uma cópia dos textos para cada grupo.

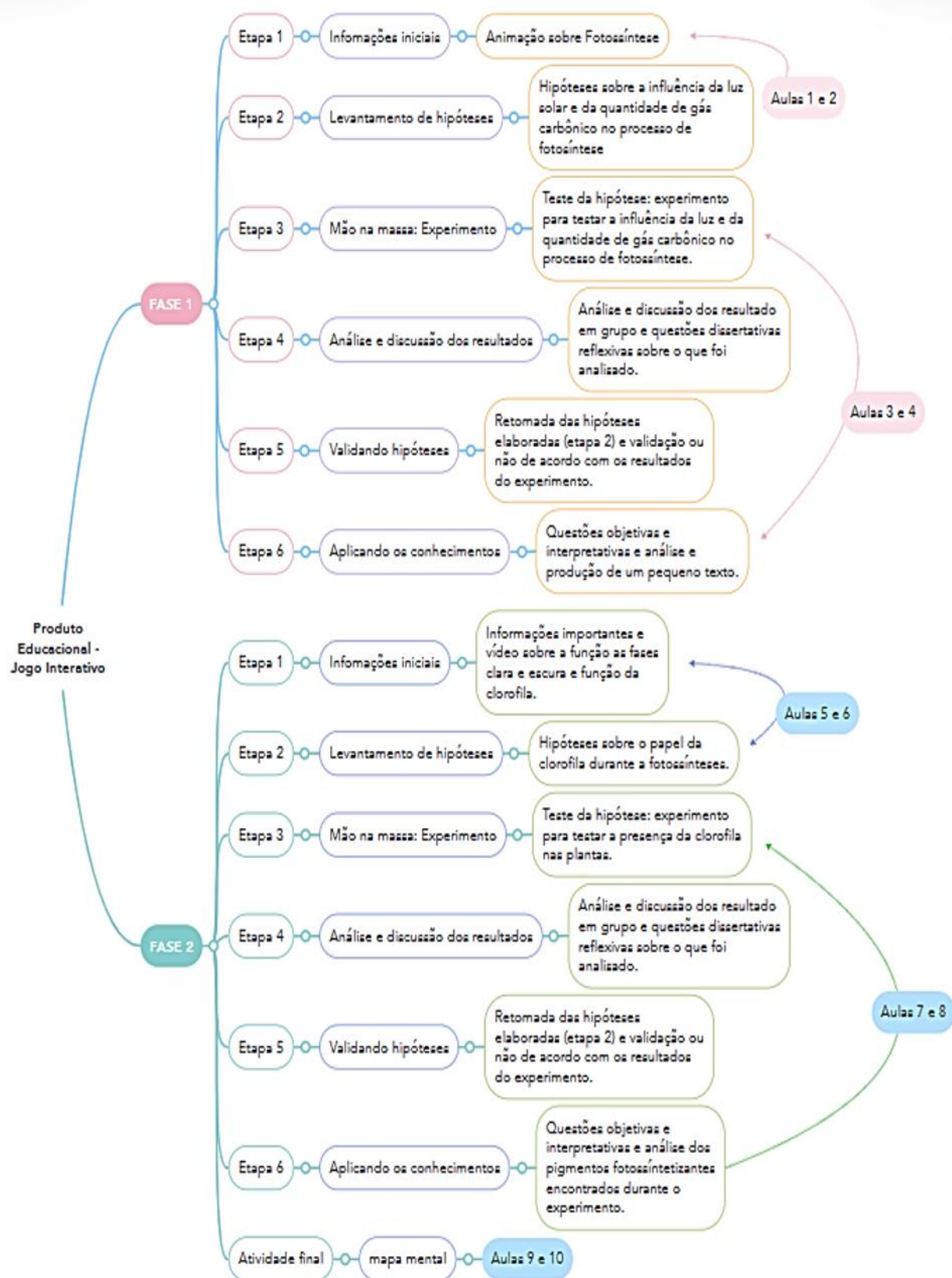
O jogo é autoexplicativo e o aluno avança as etapas, por meio de *hiperlinks* dentro do programa, de acordo com os comandos do professor. Também foi elaborado como parte do produto educacional um e-book no site Canva (disponível no Apêndice E) com orientações sobre a aplicação do produto educacional para o professor, disponível em arquivo pdf.

O e-book consiste em um guia de aplicação contendo, além do plano de aula sugerido para a aplicação do jogo, a descrição de todas as fases/etapas e das atividades a serem desenvolvidas, a fim de que o professor utilizar o produto educacional em suas aulas com os estudantes.

O jogo é composto por duas fases com seis etapas cada. As etapas foram desenvolvidas com base no passo a passo do método científico, visando o ensino por investigação, conforme o fluxograma apresentado na figura 6. São elas:

- Etapa 1: Coleta de informações;
- Etapa 2: Levantamento de hipóteses;
- Etapa 3: Mão na massa - Testando as hipóteses (experimento prático);
- Etapa 4: Observação, análises e socialização;
- Etapa 5: Validação das hipóteses;
- Etapa 6: Aplicação dos conhecimentos

Figura 6 – Fluxograma completo contendo as fases do jogo



Fonte: Elaborado pela autora

As etapas foram organizadas com base no método científico, visto a importância desse método na elaboração das pesquisas científicas. O objetivo dessa organização foi proporcionar ao estudante o “fazer ciência”, ao vivenciar na prática o método científico, possibilitando que eles compreendam de forma lúdica as etapas de um estudo científico, ao trabalhá-las ao longo do jogo.

O tempo previsto para a aplicação da fase 1 é de quatro aulas e para a fase 2 é de seis aulas, podendo ser reduzido para quatro aulas se a atividade final (mapa mental) for realizada como trabalho para casa.

Ao longo das fases do jogo são trabalhados conteúdos de Biologia, relacionados à fotossíntese, que foram escolhidos com base nos questionários iniciais respondidos por professores e estudantes.

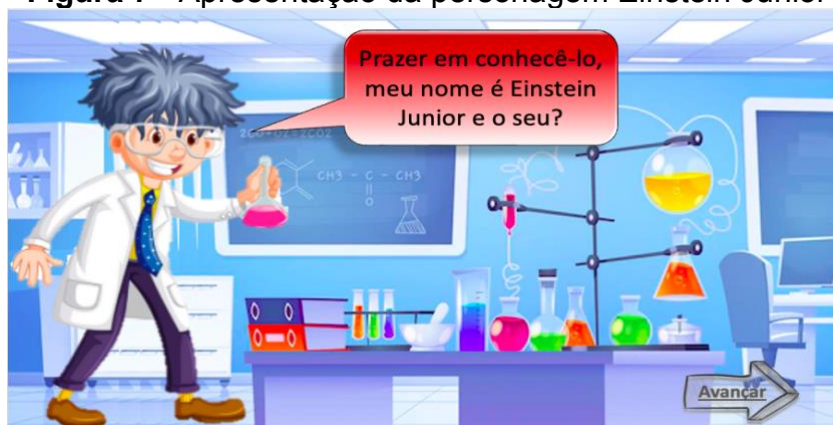
Na fase 1 é apresentada uma introdução ao tema fotossíntese, focando nas substâncias e condições ambientais necessárias para que esse processo aconteça. Além disso, é mostrada a reação química geral da fotossíntese e os principais reagentes e produtos envolvidos. O objetivo dessa fase é identificar e diferenciar as substâncias orgânicas envolvidas na fotossíntese e compreender qual o principal objetivo desse processo. Além disso, espera-se que o aluno entenda a relação entre a quantidade de luz solar e gás carbônico presentes no ambiente e a taxa de fotossíntese e estabeleça uma relação entre a importância da fotossíntese e a manutenção da vida no planeta.

Já na fase 2 o tema fotossíntese é aprofundado e são apresentados alguns outros componentes envolvidos no processo de fotossíntese, focando na clorofila e demais pigmentos vegetais. O objetivo é que o aluno entenda o papel da clorofila na absorção de determinadas frações luz solar, o que caracteriza a coloração verde da maioria das plantas. Além disso, espera-se que os alunos percebam que todas as plantas possuem clorofila, mesmo não sendo verdes, devido sua importância no processo de fotossíntese.

Em cada fase, o aluno realiza um experimento e atividades colaborativas, que estão propostos dentro do jogo.

Ao iniciar o jogo há um momento de introdução/sensibilização onde o personagem Einstein Junior se apresenta aos estudantes, juntamente com o cão Darwin, e introduz o contexto do jogo, como mostra as figuras 7 e 8.

Figura 7 - Apresentação da personagem Einstein Junior



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 8 - Apresentação do cão Darwin



Fonte: Elaborado pela autora

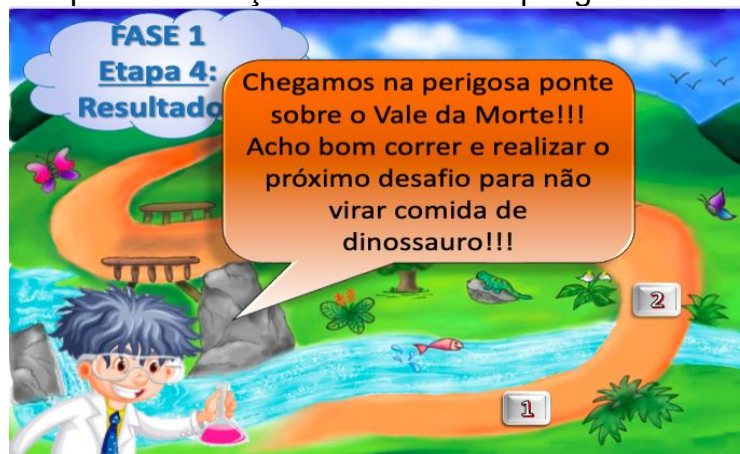
A imagem utilizada para o personagem Einstein Junior foi retirada do site Canva, sendo de utilização livre segundo a política de privacidade do site. As demais animações foram retiradas do próprio *Microsoft PowerPoint*, também sendo de utilização livre.

O jogo traz explicações teóricas dos conteúdos trabalhados, experimentos práticos e atividades discursivas e objetivas, elaboradas com base nos princípios do ensino por investigação, metodologias ativas e trabalho colaborativo, já descritos no capítulo 2.

No contexto do jogo, o personagem Einstein Junior embarca com o estudante a uma ilha chamada *Science Land*, onde há vários perigos e desafios a serem enfrentados. Para caracterizar esses "perigos", foram inseridas ao longo do jogo

algumas animações de dinossauros, a fim de chamar a atenção dos alunos e deixar a experiência mais divertida, criando um contexto mais descontraído e jovem para o jogo (Figuras 9 e 10).

Figura 9 - Exemplo de interação mostrando os “perigos” encontrados na ilha



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10 - Exemplo animação utilizada no jogo



Fonte: Elaborado pela autora

4.1 Fase 1

Para a realização da fase 1 são previstas quatro aulas, sendo duas aulas até o término da etapa 3 e mais duas aulas para terminar as etapas 4, 5 e 6.

A fase 1 se inicia com a etapa 1, onde há uma introdução sobre fotossíntese por meio de uma animação elaborada pela própria pesquisadora no site *Animaker*, como ilustra a figura 11.

Figura 11 - Animação desenvolvida para a introdução sobre fotossíntese

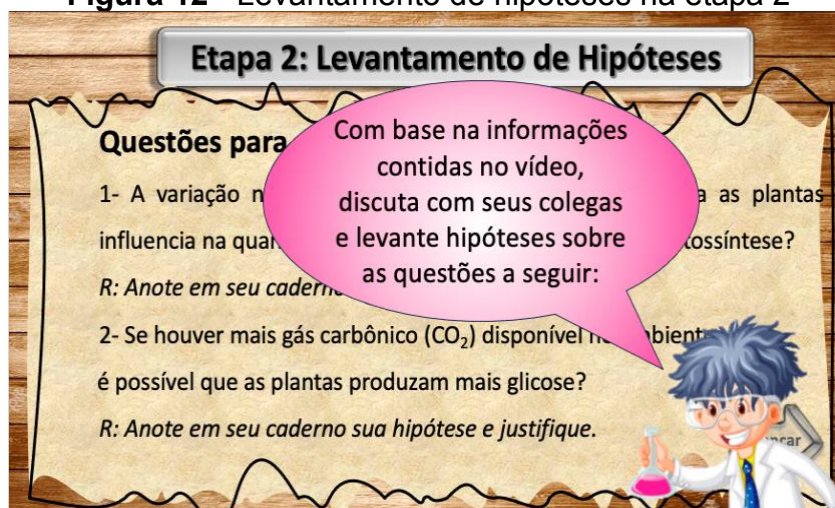


Fonte: Elaborado pela autora

Na etapa 2 os alunos devem elaborar duas hipóteses, com base no que foi explicado durante a animação, sobre a influência da luz solar e da quantidade de gás carbônico no processo de fotossíntese. Após a discussão com o grupo, os alunos anotam no caderno as hipóteses elaboradas.

Em cada etapa há orientações dadas pelo personagem, como mostrado na figura 12.

Figura 12 - Levantamento de hipóteses na etapa 2



Fonte: Elaborado pela autora

A figura 13 mostra a primeira tela da etapa 3 que consiste no experimento prático e, para realizá-lo, os alunos devem seguir os passos descritos no jogo, desde

a separação dos materiais até a realização da atividade prática. Após concluir cada passo, basta clicar no botão Avançar.

Figura 13- Exemplo dos passos para a realização do experimento

Etapa 3: Mão na Massa – Testando as hipóteses

Experimento 1: Condições ideais para a Fotossíntese.

Passo 1

- Encha os béckers com água faltando dois dedos para encher.

Passo 2

- Analise a composição química dos dois sais e escolha UM deles com o objetivo de testar a hipótese 2 (dica: reveja a reação química da fotossíntese)
- Diluir 4 colheres do sal escolhido em 2 dos recipientes com água.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Ao terminar a etapa três, o professor pede que os alunos não avancem para a etapa seguinte, pois o experimento precisa de pelo menos 24 horas para que os resultados sejam visíveis. Assim, o professor encerra a aula.

Na aula seguinte, inicia-se a etapa 4 (Figura 14), onde os estudantes têm cinco minutos para discutir os resultados com o grupo e de cinco a dez minutos para apresentar os resultados para a turma. Nesta etapa, o professor orienta os alunos a não avançarem até que a socialização termine.

Figura 14 - Atividade para a discussão dos resultados do experimento

Etapa 4: Observação, Análise e Socialização

Experimento 1: Condições ideais para a Fotossíntese.

- Observe os resultados obtidos.
- Discuta com seu grupo o porquê desses resultados.

Tempo para discussão: 5 minutos.

- O redator do grupo apresenta para a turma os resultados obtidos.
- Não esqueça de explicar o porquê dos locais escolhidos e o porquê da escolha do sal.

Tempo para socialização: 5 - 10 minutos por grupo.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Já na etapa 5, demonstrada na figura 15, ocorre a validação das hipóteses, onde os grupos têm 5 minutos para retomarem as hipóteses elaboradas na fase 2, compararem com os resultados do experimento e decidirem, em conjunto, se elas foram validadas ou não.

Figura 15 - Atividade de validação das hipóteses

Etapa 5: Validando as hipóteses - Tempo: 5 minutos

Após a análise dos resultados do experimento, consulte novamente as hipóteses formuladas na etapa 2 e responda:

1- Os resultados validam ou não a hipótese 1? Por quê?
R: Anote sua resposta.

2- Os resultados validam ou não a hipótese 2? Por quê?
R: Anote sua resposta.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora


A etapa 6 consiste na aplicação dos conhecimentos adquiridos e foi elaborada para ser um instrumento de avaliação da eficácia do jogo interativo em relação à aprendizagem dos estudantes. Conforme exemplificado na figura 16, há duas questões objetivas que exigem análise, interpretação e raciocínio para serem respondidas.

Figura 16 - Exemplo de questão da etapa 6

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos – Tempo: 10 min.

Com base nos resultados do experimento e nas discussões realizadas pelo grupo, responda as questões a seguir:

1- Clique sobre o gráfico que representa a taxa de fotossíntese realizada pelas plantas ao longo do dia:



The figure displays three graphs illustrating the rate of photosynthesis over a 24-hour period. The x-axis for all graphs is 'Horas do dia' (Hours of the day) ranging from 0 to 18. The y-axis is 'Taxa de fotossíntese' (Rate of photosynthesis).

- Graph 1: Shows an exponential increase in the rate of photosynthesis over time.
- Graph 2: Shows a bell-shaped curve, indicating that the rate of photosynthesis increases to a peak around 12 hours and then decreases.
- Graph 3: Shows a decrease in the rate of photosynthesis over time.

Fonte: Elaborado pela autora

Para responder às questões objetivas, o estudante clica na resposta que o grupo julgou correta. Quando o grupo erra uma questão há uma animação e um efeito sonoro (Figura 17). Quando o grupo acerta, há uma outra animação e um efeito sonoro diferente (Figura 18). O tempo para responder ambas as questões é de dez minutos.

Figura 17 - Tela para as respostas erradas

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos – Tempo: 10 min.

Com base nos resultados do experimento e nas discussões realizadas pelo grupo, responda as questões a seguir:

1- Clique sobre o gráfico que representa a taxa de fotossíntese realizada pelas plantas ao longo do dia:



Não foi desta vez...
Leia com atenção e tente novamente

Volta

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 18 - Tela para a resposta correta

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos – Tempo: 10 min.

Com base nos resultados do experimento e nas discussões realizadas pelo grupo, responda as questões a seguir:

1- Clique sobre o gráfico que representa a taxa de fotossíntese realizada pelas plantas ao longo do dia:

Parabéns você acertou!!!
Pode seguir para a próxima etapa, mas cuidado, há muitos perigos a sua espera!



Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Há também uma questão discursiva, mostrada na figura 19.

Figura 19 - Questão discursiva

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos – Tempo: 10 min.

3- A comercialização de créditos de carbono por empresas e organizações comerciais (GEE) a partir de projetos de captura de carbono e preservação das florestas. Que empresas e projetos de captura de carbono são conhecidos atualmente ou em desenvolvimento? Justifique sua resposta.

Agora é hora de contextualizar o que aprendemos. Se precisar de mais informações para responder a questão, clique sobre o botão **Saiba Mais!**

A venda dos créditos de carbono por países como o Brasil é uma prática sustentável que ajuda a diminuir os teores de gases de efeito estufa na atmosfera? Justifique sua resposta.

R: Anote sua resposta.

Saiba Mais

Fonte: Elaborado pela autora

Para responder à questão discursiva, o estudante precisa ler e interpretar o texto disponível na tela do jogo. Caso precise de mais informações, pode acionar o botão "saiba mais" e acessar a página da internet do portal Mundo Educação. O estudante tem dez minutos para ler e elaborar o texto.

Cada grupo socializa e discute suas ideias com a turma em forma de um debate mediado pelo professor.

Com o término da etapa 6 encerra-se a fase 1. Os alunos entregam para o professor as atividades realizadas no caderno e o professor encerra a aula.

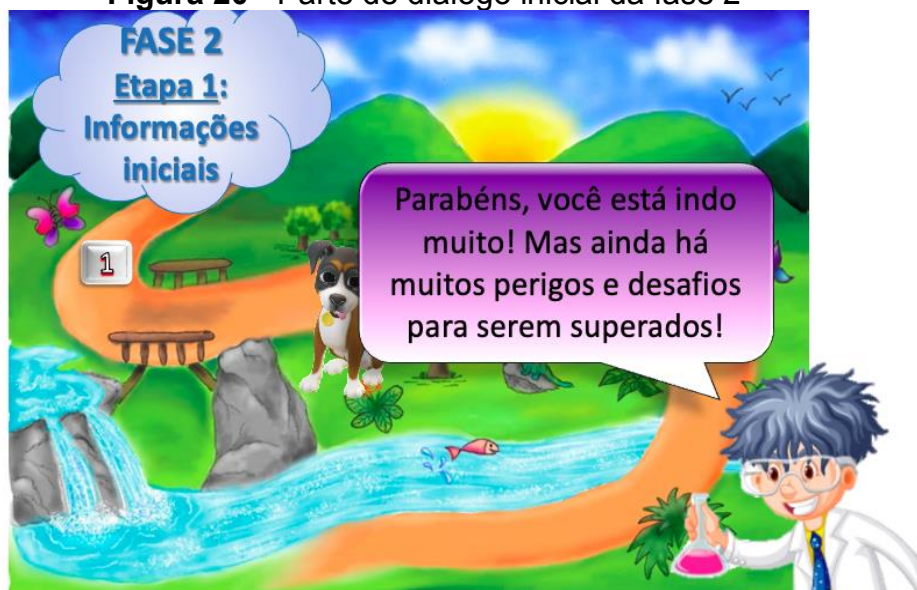
4.2 Fase 2

Para a realização da fase 2 são previstas seis aulas, sendo duas aulas até o término da etapa 3, duas aulas para terminar as etapas 4, 5 e 6 e mais duas para a realização da atividade final (mapa mental).

Essa fase é composta das mesmas etapas da fase 1, porém com o foco nos pigmentos fotossintetizantes, aprofundando um pouco mais o tema fotossíntese.

Ao iniciar a fase 2, há um breve diálogo com o personagem do jogo, mostrado na figura 20, para motivar os estudantes para as próximas atividades.

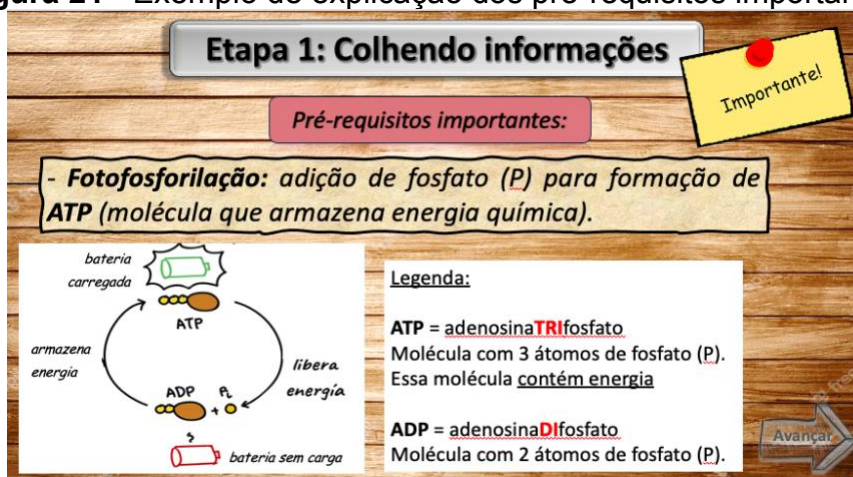
Figura 20 - Parte de diálogo inicial da fase 2



Fonte: Elaborado pela autora

A fase 2 se inicia com a etapa 1, onde, inicialmente, são apresentados alguns pré-requisitos importantes para o entendimento dos conteúdos que serão trabalhados nessa fase, como exemplificado na figura 21.

Figura 21 - Exemplo de explicação dos pré-requisitos importantes.



Fonte: Elaborado pela autora

Ainda na etapa 1, é mostrado um vídeo com a introdução dos conteúdos desta fase, retirado do canal do professor de Biologia Gustavo Schmidt na plataforma YouTube (Figura 22).

Figura 22 -Vídeo de introdução



Fonte: Elaborado pela autora

Na etapa 2 os alunos devem elaborar duas hipóteses, conforme a figura 23, com base no que foi explicado durante o vídeo, sobre a importância da clorofila no processo da fotossíntese. Após a discussão com o grupo, os alunos anotam no caderno as hipóteses elaboradas.

Figura 23 - Levantamento de hipóteses na etapa 2

Etapa 2: Levantamento de Hipóteses

Questões para análise:

- 1- Se a função da clorofila é captar a luz, por que ela possui a cor verde?
R: Anote sua hipótese no caderno.
- 2- Se a clorofila é essencial para a fotossíntese, como as folhas que não são verdes realizam essa reação química?
R: Anote sua hipótese no caderno.

Controle de navegação: 'Avançar'.

Fonte: Elaborado pela autora

A figura 24 mostra a primeira tela da etapa 3, que consiste em experimento prático e, para realizá-lo, os alunos devem seguir os passos descritos no jogo, desde a separação dos materiais até a realização da atividade prática. Após concluir cada passo, basta clicar no botão Avançar.

Figura 24 -Exemplo dos passos para a realização do experimento

Etapa 3: Mão na Massa – Testando as hipóteses

Experimento 2: Pigmentos fotossintetizantes.

Passo 1

- Separe as folhas e flores com cor semelhante e corte-as em pequenos pedaços.

Passo 2

- Coloque os pedaços no almofariz e acrescente um pouco de álcool sem cobri-los.
- Macere com o pistilo por alguns minutos.
- Acrescente mais um pouco de álcool e continue macerando até formar um líquido colorido.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Ao terminar a etapa três, o professor pede que os alunos não avancem para a fase seguinte, pois o experimento precisa de pelo menos 24 horas para que os resultados sejam visíveis. Assim, o professor encerra a aula.

Na aula seguinte inicia-se a etapa 4, na qual os estudantes têm cinco minutos para discutir os resultados do experimento com o grupo e, depois disso, de cinco a dez minutos para apresentar os resultados para a turma (Figura 25). Nesta etapa, o professor orienta os alunos a não avançarem até que a socialização termine.

Figura 25 - Atividade de análise e discussão dos resultados do experimento

Etapa 4: Análise e socialização dos resultados

Experimento 2

Para conseguir atravessar a ponte e passar pelos dinossauros, você precisa socializar os resultados obtidos por seu grupo e discutir com a turma as questões a seguir!

- Tempo: 5 -10 minutos por grupo.
- Apresente seus resultados e conclusões para a turma.
- Tempo: 5 -10 minutos por grupo.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Na etapa 5, ocorre a validação das hipóteses, conforme demonstrada na figura 26, onde os grupos têm 5 minutos para retomarem as hipóteses elaboradas na fase 2, compararem com os resultados do experimento e decidirem, em conjunto, se elas foram validadas ou não.

Figura 26 - Atividade de validação das hipóteses

Etapa 5: Validando as hipóteses - Tempo: 5 minutos

Após a análise dos resultados do experimento, consulte novamente as hipóteses formuladas na etapa 2 e responda:

1- Os resultados validam ou não a hipótese 1? Por quê?
R: Anote sua resposta.

2- Os resultados validam ou não a hipótese 2? Por quê?
R: Anote sua resposta.

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Na etapa 6 os estudantes vão aplicar o conhecimento adquirido ao responder questões que foram elaboradas para serem um dos instrumentos de verificação da aprendizagem. Há três questões objetivas que exigem análise, interpretação e raciocínio para serem respondidas e o tempo para respondê-las é de 10 minutos. Na figura 27 está exemplificada uma das questões.

Figura 27 -Exemplo de questão da etapa 6

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos – Tempo: 10 min.

3- O gráfico ilustra a absorção da luz pelos pigmentos fotossintetizantes em diferentes comprimentos de onda. Suponha que três plantas (I, II e III) da mesma espécie ficaram expostas diariamente aos comprimentos de onda 460 nm, 550 nm e 660 nm, respectivamente. Podemos supor que:

a) Apenas as plantas I e II conseguiriam realizar a fotossíntese.

b) Todas as plantas sobreviveriam por ter luz disponível.

c) Apenas as plantas II e III produziram alimento suficiente.

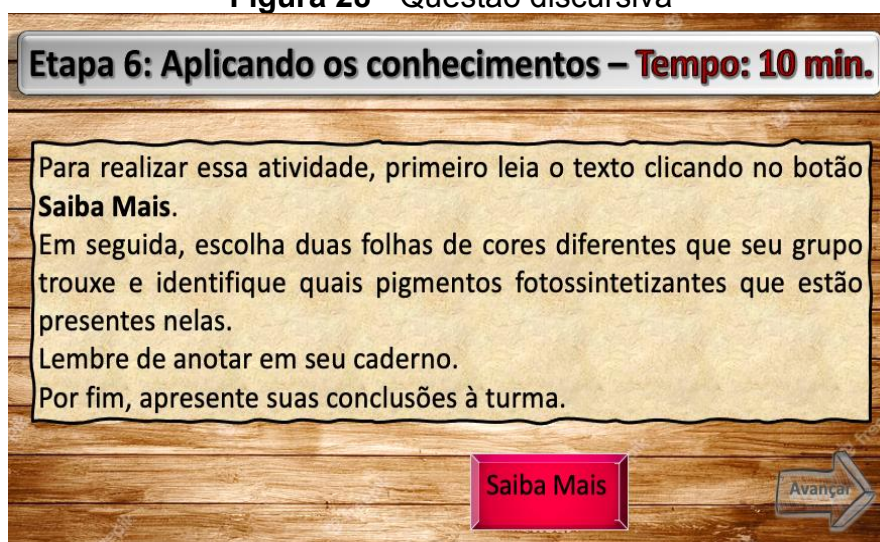
d) Todas morreriam pois precisam da luz branca para a fotossíntese.

Fonte: Elaborado pela autora

Para responder às questões objetivas, o estudante clica na resposta que o grupo julgou correta, após discussão entre os componentes. Há uma animação e um efeito sonoro quando as respostas erradas são escolhidas e uma animação diferente quando o grupo acerta a questão. As animações são semelhantes às mostradas na etapa 1.

Também há uma questão discursiva, no final da etapa 6, conforme mostrado na figura 28.

Figura 28 - Questão discursiva



Fonte: Elaborado pela autora

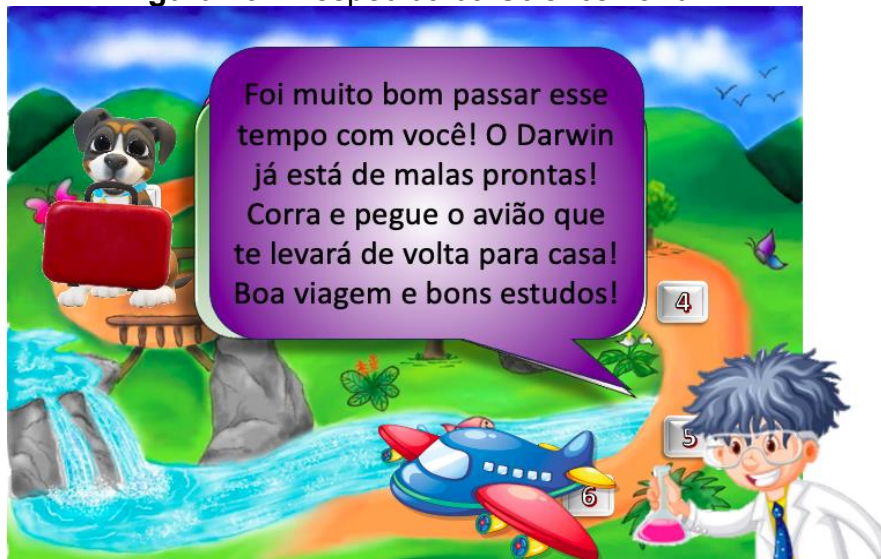
Para responder à questão discursiva, o estudante precisa ler e interpretar o texto disponível em uma página na internet sobre pigmentos fotossintetizantes, clicando no botão "Saiba mais". Com base nas informações do site e nos resultados obtidos no experimento, eles são capazes de identificar os pigmentos encontrados nas folhas analisadas. O site utilizado foi desenvolvido pelo Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) da UFSC - Universidade de Santa Catarina e é voltado para estudantes de Biologia. O tempo para responder essa questão é de 10 minutos.

As conclusões elaboradas por cada grupo são apresentadas e discutidas com a turma, durante um debate mediado pelo professor.

A fase 2 é encerra com o término da etapa 6, na qual os alunos entregam para o professor as atividades realizadas no caderno e o professor encerra a aula.

Com a conclusão da etapa 6, se encerra o jogo e o personagem Einstein Junior se despede dos alunos, como mostrado na figura 29.

Figura 29 - Despedida da Science Land



Fonte: Elaborado pela autora

Ainda há uma última interação com os personagens Einstein Junior e Darwin. Nesse contexto, Darwin encontra uma caixa no fundo da mala (Figura 30). Ao abrir a caixa há um pergaminho que guarda um grande tesouro, o conhecimento (Figura 31). Assim, o Einstein Junior busca estimular os estudantes a continuar estudando, já que o conhecimento é um tesouro precioso e eles precisam valorizá-lo.

Figura 30 - Caixa encontrada por Darwin na mala de viagem



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 31 - Tesouro encontrado: O conhecimento

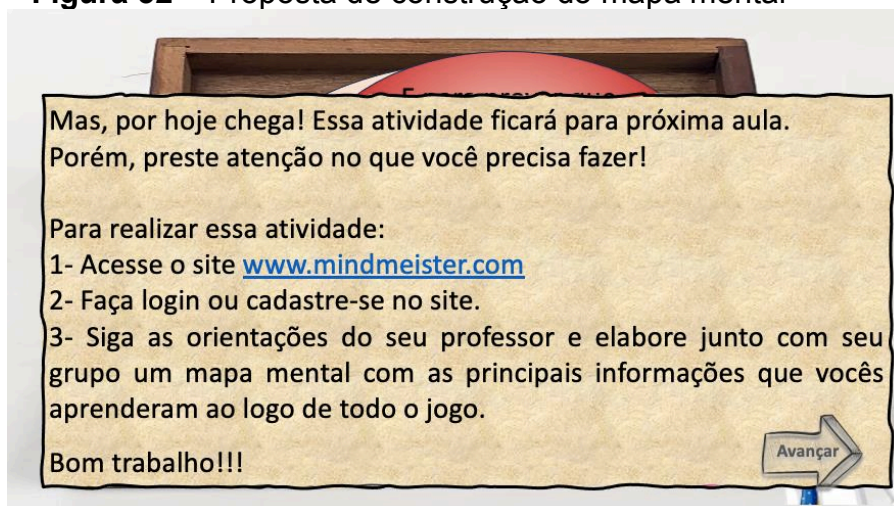


Fonte: Elaborado pela autora

O personagem propõe como desafio final que é a elaboração de um mapa mental contendo os conceitos aprendidos durante as duas fases. Para isso, é proposto a utilização de um site chamado *Mindmester* para que os alunos possam criar os mapas mentais *on line*. Como segunda opção, eles podem fazer no caderno ou em outro site como o Canva, por exemplo. O mapa mental também foi utilizado como uma das ferramentas para avaliar a eficiência do produto educacional em relação à aprendizagem dos estudantes.

Essa atividade foi realizada na aula seguinte, onde a professora responsável pela turma levou os alunos à sala de informática para que eles pudessem construir o mapa mental (Figura 32). Alguns alunos preferiram realizar no caderno.

Figura 32 – Proposta de construção do mapa mental



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise do mapa de empatia aplicado com os estudantes, embora o mundo digital faça parte da realidade deles, os mesmos utilizam os recursos tecnológicos apenas para diversão e comunicação, sendo que muitos acabam se dispersando com o uso do celular.

Além disso, verifica-se, segundo a visão da professora, que a maioria dos estudantes está desmotivada em relação aos estudos, não demonstrando engajamento em participar das aulas e se sentindo cansada com as atividades da rotina escolar, principalmente decorrentes das aulas teóricas tradicionais, já que, muitos não enxergam significado nos conteúdos abordados e não compreendem a importância da educação para seu futuro.

A pesquisadora percebeu, então, a necessidade da utilização de aulas mais diversificadas e atrativas, com atividades desafiadoras, que possam despertar o interesse e a participação dos alunos durante as aulas, resultando em uma aprendizagem mais efetiva.

Optamos, então, pela utilização dos recursos digitais para que, usando a tecnologia de forma crítica e objetiva, os estudantes possam se interessar mais pelas aulas, o que pode contribuir para a aprendizagem dos conteúdos trabalhados ao longo do jogo.

A análise dos questionários iniciais, respondidos por professores e alunos, confirma os dados da literatura, mostrando que o tema "metabolismo energético", onde está inserido o conteúdo de fotossíntese, não desperta o interesse dos estudantes, sendo um tema onde eles possuem maior dificuldade, necessitando de estratégias diferenciadas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

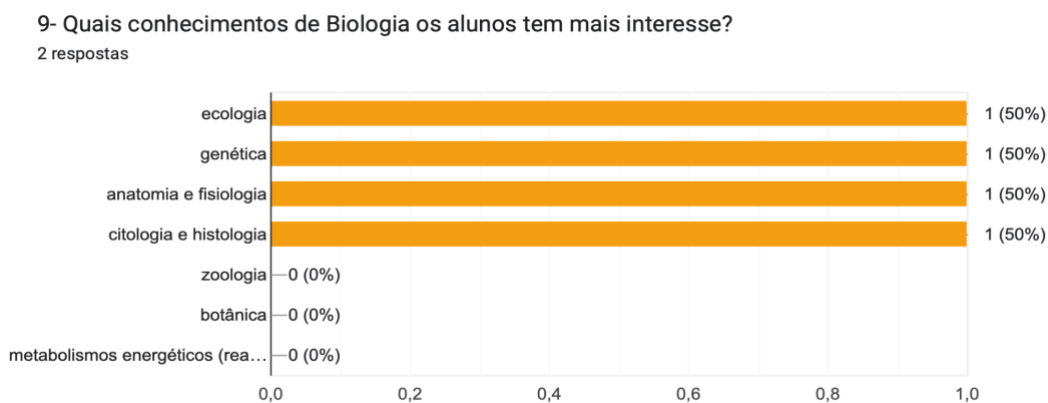
De acordo com Scheid (2016) e Araújo e Pedrosa (2014), dentre os conteúdos ministrados nas aulas de Biologia, o conteúdo "fotossíntese", é considerado pelos professores, difícil de ser ensinado, pois requer pré-requisitos específicos como os conceitos de reações químicas, substâncias orgânicas e inorgânicas e ótica, é interdisciplinar e requer um pensamento abstrato dos alunos, pois não é visível a olho nu, não gerando interesse por parte dos estudantes.

Com base na análise dos dados coletados durante o diagnóstico e sua comparação com a literatura, escolhemos o tema "fotossíntese", que está inserido em "metabolismos energéticos", para ser o foco do produto educacional.

A seguir, são apresentadas as respostas mais relevantes de ambos os questionários:

Na figura 33, referente à questão 9 do questionário dos professores, ambos respondentes indicam que o tema "metabolismos energéticos" (onde estão inseridos os conteúdos sobre fotossíntese) é o que os alunos têm menos interesse.

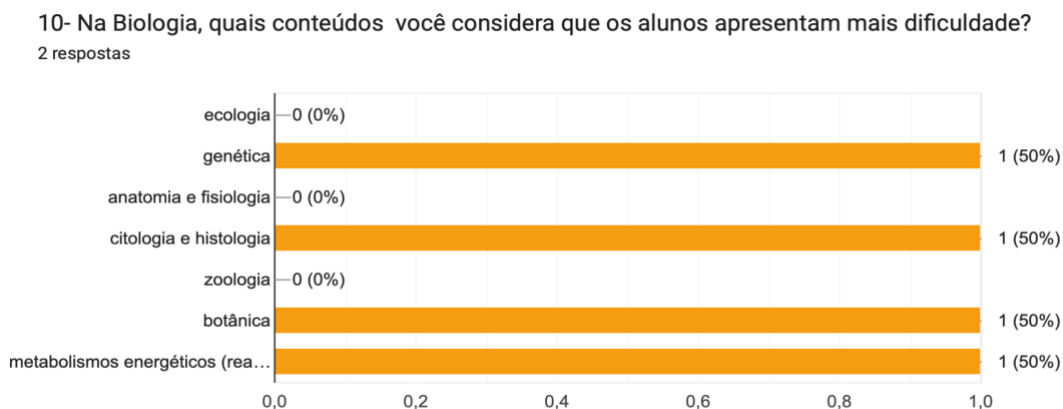
Figura 33 - Respostas dos professores na questão 9



Fonte: Elaborado pela autora

A questão 10, cujas respostas estão mostradas na Figura 34, evidenciam que, segundo os dois professores respondentes, o tema metabolismos energéticos e botânica correspondem aos de maior dificuldade de aprendizagem pelos alunos.

Figura 34 - Respostas dos professores na questão 10



Fonte: Elaborado pela autora

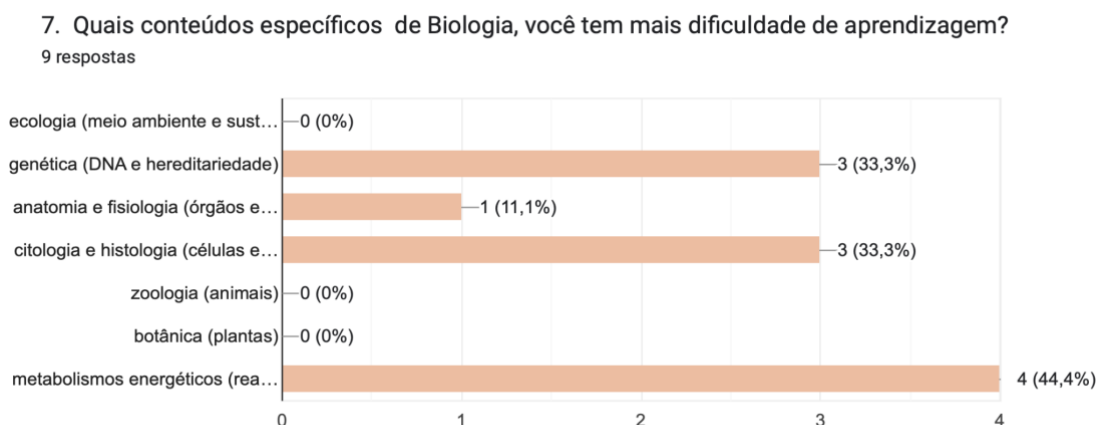
No levantamento realizado com 09 alunos, fica claro pela análise das respostas referentes às questões 4, ilustradas na figura 35, que o tema "metabolismos energéticos" é o de menor interesse (11,1%) comparado com os demais, igualando apenas ao de citologia e histologia (11,1%), sendo difícil de compreender e pouco atrativo e, conseqüentemente, não desperta o interesse dos alunos em aprender sobre esses conteúdos. Analisando as respostas da questão 7 pela figura 36, 44% dos alunos citam "metabolismos energéticos" como sendo o de maior dificuldade de aprendizagem.

Figura 35 - Respostas dos estudantes na questão 4



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 36 - Respostas dos estudantes na questão 10



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com o levantamento bibliográfico e com a análise dos questionários, foi escolhido o tema fotossíntese para ser o foco do produto educacional desenvolvido pela pesquisadora, que consiste em um jogo interativo, elaborado com a utilização do *Microsoft Powerpoint*.

Durante o levantamento dos conhecimentos que os alunos já traziam antes da aplicação da fase 1, percebeu-se todos os alunos já tinham ouvido falar sobre fotossíntese e conseguiam relacionar este conteúdo com as plantas. No entanto, a maioria dos estudantes não conseguiu elaborar uma definição correta e completa sobre fotossíntese, com respostas como as frases:

- “Fotossíntese é o processo em que as plantas pegam gás carbono e liberam oxigênio”;
- “Inclui mais a área das plantas, onde elas se alimentam de água e do sol, como se fizessem seu próprio alimento”;
- “Fotossíntese é o que a planta faz para respirar”.

Essas respostas condizem com o que apontam Tazzi e Oliveira (2016), ao relatarem que os estudantes apresentam concepções simplificadas sobre os conceitos relacionados à fotossíntese. Segundo elas, grande parte dos alunos até apontam em suas respostas que as plantas produzem seu próprio alimento, porém falta compreensão sobre o que seria esse alimento ou sobre como esse processo acontece, bem como a relação disso com a fotossíntese. Além disso, muitos estudantes confundem fotossíntese com respiração, não conseguindo diferenciar os dois processos metabólicos.

Dessa forma, a escolha do tema fotossíntese para fazer parte do produto educacional foi concretizada.

A seguir, são apresentadas as atividades realizadas que fazem parte do produto educacional, bem como os resultados obtidos com sua aplicação.

As atividades foram elaboradas com base na metodologia investigativa e na aprendizagem em grupos colaborativos, referenciados e discutidos no capítulo 2.

5.1 Atividades desenvolvidas na Fase 1 do jogo e resultados obtidos

O jogo interativo inicia-se com uma interação animada entre os personagens e os alunos.

Foi observado que os estudantes se mostraram curiosos e interessados neste início do jogo e que os efeitos sonoros e as animações chamaram a atenção, que se mostraram curiosos e motivados a continuarem com as etapas do jogo.

A fase 1 inicia-se com a etapa 1 - Coleta de informações, em que é apresentada uma animação desenvolvida pela própria pesquisadora com a utilização do site *Animaker*, tendo a duração de 1:42 minutos, contendo uma introdução sobre fotossíntese. Caso necessário, os estudantes podem assistir o vídeo novamente para rever as informações.

Segundo as observações, por ser um vídeo curto e objetivo, todos os estudantes acompanharam o vídeo e não demonstraram cansaço ou desinteresse. As animações e efeitos sonoros contribuíram para despertar o interesse e a atenção dos alunos e geraram comentários como: “Aí que legal!”, “Nossa, que bacana!”.

Na fase 2 - Levantamento de hipóteses, foram apresentados dois questionamentos aos alunos para que eles elaborassem uma hipótese para cada. As hipóteses foram anotadas no caderno. Abaixo estão descritos os questionamentos.

1- Como a variação na quantidade de luz solar disponível para as plantas pode influenciar na quantidade de glicose produzida durante a fotossíntese?

2- Se houver mais gás carbônico (CO₂) disponível no ambiente, é possível que as plantas produzam mais glicose? Explique.

A hipótese 1 está relacionada ao papel da luz solar no processo de fotossíntese e a hipótese 2 ao papel do gás carbônico neste processo.

O objetivo dessa etapa foi estimular o estudante a refletir, discutir e formular hipóteses, habilidades fundamentais para que eles possam vivenciar o “fazer ciência”. Foi observado pela pesquisadora que os estudantes tiveram uma boa interação nos grupos, discutindo sobre o assunto apresentado, mantendo a discussão em torno dos conteúdos da atividade, sem se dispersarem.

No entanto, tiveram um pouco de dificuldade em elaborar as hipóteses, por não compreenderem claramente o processo de elaboração. Foi necessário que a professora/pesquisadora retomasse brevemente o assunto. Com a explicação, os alunos realizaram a atividade sem maiores dificuldades.

As observações que destacamos foram também apontadas por Sales, et.al, (2019), os quais apontam que os jogos didáticos são ferramentas que contribuirão para a socialização dos estudantes e auxiliam na aprendizagem já que, os momentos de interação, possibilitam que os estudantes troquem conhecimentos entre si.

A seguir, estão apresentadas as hipóteses elaboradas por cada grupo.

Hipóteses elaboradas:

Grupo 1:

- “Hipóteses 1 e 2: A variação de luz solar influencia na quantidade de glicose produzida, assim como com o gás carbônico, pois a planta tem um período definido para cada ação da fotossíntese”.

Grupo 2:

- “Hipótese 1: Se a planta for deixada no escuro ela pode morrer por falta de alimento, pois isso afetará a fotossíntese”.
- “Hipótese 2: A planta pode morrer devido ao excesso de gás carbônico”.

Grupo 3:

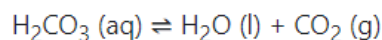
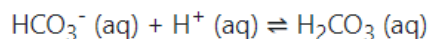
- “Hipótese 1: A quantidade de luz influencia na fotossíntese e, conseqüentemente, na produção de glicose”.
- “Hipótese 2: Como o gás carbônico é usado durante a fotossíntese, se houver mais gás carbônico, haverá mais glicose”.

Na etapa 3 - Mão na massa, os alunos realizaram um experimento para analisar a influência da luz e da quantidade de gás carbônico no processo de fotossíntese.

Para realizar o experimento, os alunos retiraram os materiais necessários, conforme informado no jogo, de bancada lateral.

Depois eles encheram os béqueres com água e escolheram um dos dois sais disponíveis (bicarbonato de sódio e sulfato de cobre) para dissolver na água, com o objetivo de aumentar a quantidade de gás carbônico disponível no meio e verificar sua influência no processo de fotossíntese. Para isso, os estudantes deveriam analisar a composição química de cada sal, que estava anotada nos respectivos recipientes.

Segundo Assumpção e Rocha (2015) o bicarbonato de sódio possui composição NaHCO_3 e quando dissolvido em água decompõe-se em gás carbônico conforme a reação abaixo, mostrada na figura 37. A maior quantidade de gás carbônico dissolvida no meio favorece a realização da fotossíntese pelas plantas.

Figura 37 - Reação do bicarbonato de sódio em água

Fonte: Elaborado pela autora

Já o sulfato de cobre possui a composição química CuSO_4 e quando dissolvido na água não há a formação de gás carbônico, mesmo tendo os átomos carbono e oxigênio em sua composição química. Esse sal foi escolhido pela pesquisadora como distrator para os estudantes, que poderiam se confundir devido a composição química desse sal ou ser atraídos pela coloração azul intensa (Assumpção e Rocha, 2015).

Os componentes do grupo discutiram entre si e todos eles escolheram o bicarbonato de sódio. Ao justificarem a escolha, os estudantes apontaram a composição do bicarbonato de sódio como mais favorável a realização da fotossíntese, por apresentar um átomo de carbono ligado diretamente à átomos de oxigênio, tendo maior probabilidade de fornecer gás carbônico à planta.

No passo 3, eles tinham que montar um sistema com uma planta aquática, um funil e um tubo de ensaio, de acordo com a figura 38:

Figura 38 - Orientações para montagem do experimento

Etapa 3: Mão na Massa – Testando as hipóteses

Experimento 1: Condições ideais para a Fotossíntese.

Dica

Passo 3

- Em cada um dos béckers coloque uma planta e depois cubra com o funil.
- Encha os tubos de ensaio com água e coloque-os sobre os funis, conforme a imagem.
- **OBS:** Não pode restar bolhas de ar no tubo de ensaio.

Nível da água
Tubo de ensaio
Funil
Planta

Avançar

Fonte: Elaborado pela autora

Essa atividade busca estimular o raciocínio lógico dos estudantes e sua capacidade de resolver problemas.

A montagem desse sistema tem como objetivo reter a produção de oxigênio pela planta durante a fotossíntese. Quanto mais oxigênio formado, maior a taxa de fotossíntese e mais bolhas se formam dentro do tubo de ensaio.

A planta aquática utilizada é popularmente conhecida como Elódea e pode ser adquirida em lojas especializadas em produtos para aquário, com o custo médio de R\$ 5,00. Seu nome científico é *Egeria densa*.

Percebeu-se que esse foi o momento de maior interação e empolgação entre os estudantes, principalmente na hora de montar o sistema, como ilustrado nas figuras 39 e 40.

Os grupos tentaram de várias formas colocar os tubos de ensaio sobre os funis sem que restassem bolhas no interior do tubo. Um grupo tentou utilizar papel toalha para cobrir a boca do tubo de ensaio e, depois que o tubo já estava dentro da água, o estudante retirou o excesso de papel. Outro grupo colocou mais água no béquer para facilitar a colocação do funil. o Terceiro grupo trocou o béquer por um maior para que pudesse colocar mais água, já que a haste deste funil era mais longa.

Figura 39- Alunos montando o experimento



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Figura 40 – Interação entre os alunos na montagem do experimento



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

A interação observada entre os estudantes corrobora a pesquisa de Sales, et.al, (2019) que, ao aplicarem os jogos didáticos com estudantes do Ensino Médio, perceberam que, quando os alunos participam ativamente das atividades, eles se sentem parte do processo de aprendizagem e isso contribui para que eles possam construir seu próprio conhecimento.

Cada grupo escolheu dois locais para deixar os béqueres com as plantas (Figura 41). A escolha dos locais por parte dos alunos demonstra que eles conseguiram compreender os conceitos trabalhados, já que todos distribuíram as plantas em locais com diferentes luminosidades.

Figura 41 - Disposição dos béqueres na janela (local muito iluminado)



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Locais escolhidos:

Grupo 1: janela (muita luminosidade) e interior do armário (nenhuma luminosidade).

Grupo 2: Prateleira (pouca luminosidade) e interior do armário (nenhuma luminosidade).

Grupo 3: janela (muita luminosidade) e prateleira (pouca luminosidade)

Na aula seguinte teve início a etapa 4 - Observação, análises e socialização, onde os alunos tiveram 5 minutos para observar os resultados obtidos no experimento. Depois, cada grupo teve de 5 a 10 minutos para apresentar os resultados para a classe. Nesse momento, o professor estimulou os estudantes a discutirem entre si e compararem os resultados obtidos por cada grupo, como mostrado nas figuras 42 e 43.

Figura 42 – Grupo 1 apresentando os resultados para a turma



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Figura 43 - Discussão entre os grupos sobre os resultados obtidos pelo do grupo 2



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Os grupos interagiram bastante e os alunos discutiram os resultados entre si, se mostraram participativos e interessados em comparar os resultados e encontrar as explicações para os resultados obtidos, que foram bem variados, dependendo do local onde as plantas foram colocadas.

As discussões e argumentações que observamos e relatamos, também são relatadas por Campelo, et al. (2023) em seu estudo com a aplicação de jogos nas aulas de Biologia. Segundo as autoras, a argumentação entre os estudantes favorece

a aprendizagem, uma vez que os alunos precisam compreender os conhecimentos antes de exporem suas opiniões sobre o assunto e debater com os colegas, defendendo seu ponto de vista.

Resultados obtidos com o experimento:

Grupo 1:

- Janela (muita luminosidade): a bolha formada no interior do tubo de ensaio ficou bem evidente, principalmente no béquer onde continha bicarbonato de sódio dissolvido, sendo perceptível a diferença entre eles, conforme ilustra a figura 44.

Figura 44 - Resultado do experimento do grupo 1



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

- Interior do armário (nenhuma luminosidade): não houve formação de bolha dentro do tubo de ensaio, apenas pequenas bolhas no interior do funil. Já no béquer com bicarbonato de sódio, houve a formação de uma bolha muito pequena no tubo de ensaio.

Grupo 2:

- Prateleira (pouca luminosidade): houve formação de bolha pequena no tubo de ensaio, sendo esta um pouco maior no béquer onde havia bicarbonato de sódio.

- Interior do armário (nenhuma luminosidade): resultado semelhante ao grupo anterior.

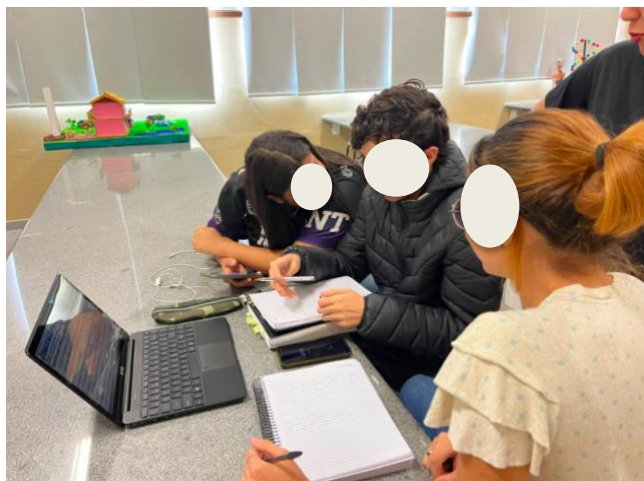
Grupo 3:

- Janela (muita luminosidade): resultado semelhante ao dos outros grupos.
- Bancada (pouca luminosidade): houve pequena formação de bolha dentro do tubo de ensaio, sendo esta um pouco maior no béquer onde havia bicarbonato de sódio. Porém, ambas as bolhas eram maiores do que as formadas nos béqueres que ficaram na prateleira, já que estes, por estarem em local mais elevado receberam menos luminosidade.

Segundo os comentários, os estudantes concluíram que quanto mais a planta foi exposta a luz, maior foi a taxa de fotossíntese, pois, a maior quantidade de bolhas, indica que mais oxigênio foi produzido durante o processo. Eles também concluíram que a presença do bicarbonato de sódio na água favoreceu a fotossíntese, provavelmente por fornecer mais gás carbônico para a planta. Dessa forma, os alunos puderam compreender que a luz solar e o gás carbônico são essenciais para que a fotossíntese possa acontecer.

Ainda na etapa 4, os estudantes responderam no caderno seis questões de reflexão sobre os resultados, como mostra a figura 45. O objetivo é estimular a reflexão de forma mais direcionada, a fim de que eles consigam elaborar uma explicação mais precisa sobre os resultados. Quando todos acabaram a atividade, o professor realizou a correção oral das questões, estimulando a participação e discussão de todos os grupos.

Figura 45 - Alunos respondendo às questões da etapa 4



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Mas uma vez os alunos apresentaram boa interação nas discussões dentro do grupo, no momento em que estavam respondendo as questões, levantando os conhecimentos aprendidos até o momento. Durante a correção, apenas o líder, como representante do grupo, respondeu. A seguir são apresentadas as perguntas e as respostas de cada grupo.

Perguntas:

- 1- Qual gás foi formado durante o experimento? Justifique.
- 2- Qual reação química foi observada neste experimento? Por quê?
- 3- Em qual dos ambientes escolhidos houve maior produção de gás? Como você explica esse resultado?
- 4- Em qual dos ambientes escolhidos houve menor produção de gás? Como você explica esse resultado?
- 5- Compare os béqueres que estavam no mesmo ambiente, onde um continha o sal diluído e o outro não. Responda: onde houve maior formação de gás? Como você explica esse resultado?
- 6- Podemos dizer que nos béqueres com maior produção de gás também houve maior produção de glicose? Justifique sua resposta.

Respostas da atividade:

Grupo 1:

- 1- Gás oxigênio
- 2- Fotossíntese, pois o carbono presente no bicarbonato de sódio acelerou o processo da fotossíntese e assim produzindo a glicose e oxigênio. O béquer que não foi colocado bicarbonato de sódio não teve sua reação acelerada, sendo assim seu tempo de produção da glicose e oxigênio leva muito mais tempo
- 3- Exposto ao sol. A planta precisa do hidrogênio, carbono e luz solar para formular a fotossíntese, então quando o béquer foi colocado à margem da luz solar houve mais reações da produção do oxigênio.
- 4- Dentro do armário no escuro. Porque essa espécie em específico não efetua a fotossíntese com a ausência de luz solar do mesmo modo que efetuará com a tal.
- 5- Onde houve o sal diluído. Porque o gás carbônico presente no bicarbonato de sódio acelerou o processo de fotossíntese.

6- Sim, pois quanto mais carbono mais glicose é produzida mediante a fotossíntese.

Grupo 2:

1- Oxigênio.

2- Fotossíntese, pois o bicarbonato dissolvido gerou CO₂, usado pelas plantas durante esse processo.

3- No ambiente mais claro, pois a luz solar auxiliou nesse processo.

4- No ambiente mais escuro a reação demorou mais para acontecer.

5- No béquer que continha bicarbonato de sódio, pois esse sal fornece CO₂ e acelera a fotossíntese.

6- Sim, devido a grande quantidade de gás carbônico no béquer, a planta realizou a fotossíntese e produziu mais glicose.

Grupo 3:

1- Oxigênio

2- Fotossíntese, pois a planta produz oxigênio na presença de luz.

3- O béquer que estava exposto ao sol, pois houve mais reação da fotossíntese e mais produção de oxigênio.

4- Onde havia menos luz e menos oxigênio.

5- Onde estava o bicarbonato de sódio diluído, pois o gás carbônico é usado no processo de fotossíntese.

6- Sim, com mais gás carbônico, mais glicose é produzida na fotossíntese.

Pelas respostas apresentadas, podemos observar que todos os grupos conseguiram acertar todas as questões, mesmo que a redação das respostas não esteja completa. Isso indica que o processo de aprendizagem está acontecendo.

A professora conduziu a correção da atividade como se fosse um bate-papo com os estudantes e fez algumas intervenções, completando algumas respostas, quando necessário para reforçar os conhecimentos já adquiridos e frisando os conceitos mais importantes.

Na etapa 5 - Validação das hipóteses, os estudantes retomam as hipóteses elaboradas na etapa 2 e comparam com os resultados do experimento, a fim de analisar se elas foram validadas ou não.

Análise dos grupos em relação às hipóteses elaboradas:

Grupo 1:

- Hipótese 1: Os resultados obtidos diante da hipótese 1, são inconclusivos, pois para ocorrer a fotossíntese precisa-se do sol, mas sem o sol a planta que ficou no escuro também teve produção de oxigênio, lento, mas teve.
- Hipótese 2: A hipótese 2 foi validada, pois sem o gás carbônico não se tem os elementos necessários para formular a fotossíntese. Então sim, o gás carbônico influencia muito.

Grupo 2:

- Hipótese 1: Validada parcialmente, pois a planta não morreu, mas a luz influenciou na fotossíntese.
- Hipótese 2: Não validada pois a planta não morreu. Ao contrário, produziu mais fotossíntese.

Grupo 3:

- Hipótese 1: Validada. Com mais luz, mais fotossíntese a planta realizou e mais glicose produziu.
- Hipótese 2: Validade. Com mais gás carbônico, mais fotossíntese a planta realizou e mais glicose produziu.

Os estudantes não apresentaram tanta dificuldade nesta atividade, ao comparar as hipóteses elaboradas com os resultados obtidos.

Apenas um grupo não teve suas hipóteses validadas. Neste caso, o professor explicou que eles poderiam formular uma nova hipótese ou propor um novo experimento, conforme o método científico. Porém, neste momento da aula, não era esse o objetivo e que eles iriam continuar com as atividades.

Antes de avançar para a próxima etapa, o líder apresentou para os demais o que foi discutido por seu grupo e expôs se as hipóteses foram validadas ou não.

Na etapa 6 - Aplicação dos conhecimentos, o jogo traz duas atividades objetivas para que os estudantes escolham a melhor resposta, respeitando o tempo de 10 minutos. Há uma animação com som quando eles escolhem a resposta errada e uma para a escolha da resposta certa. As questões são elaboradas de maneira a estimular o estudante a analisar e aplicar os conhecimentos que adquiriu ao longo das

etapas anteriores, por meio de discussão e argumentação, visto que todos no grupo devem concordar em escolher uma mesma resposta para clicar, buscando avançar para a próxima etapa.

Observou-se que os estudantes discutiram bastante antes de escolher uma única resposta, a fim de não escolherem a resposta errada. Em dois grupos houve divergência em relação a qual alternativa escolher e os estudantes tiveram que colocar seu ponto de vista e argumentar para que todos entrassem em um consenso. O grupo 2 solicitou auxílio da professora/pesquisadora. Nesse momento, foi importante que os estudantes soubessem ouvir e respeitar a opinião do colega.

Nessa atividade, dois grupos erraram uma das duas questões.

Questões:

1- Clique sobre o gráfico que representa a taxa de fotossíntese realizada pelas plantas ao longo do dia:

Figura 46 - Gráficos contidos nas alternativas da questão 1



Fonte: Elaborado pela autora

Resposta correta: letra B

2- De acordo com a análise dos gráficos na questão anterior, responda: em qual momento do dia ocorre a maior produção de glicose pelas plantas?

- a) ao meio-dia. b) ao nascer do Sol. c) às 10 horas da manhã.

Resposta correta: letra A

Respostas dos estudantes:

Grupo 1:

Questão 1: alternativa B (correta).

Questão 2: alternativa A (correta).

Grupo 2:

Questão 1: alternativa A (primeira tentativa - errada) e alternativa B (segunda tentativa - correta).

Questão 2: alternativa A (correta)

Grupo 3:

Questão 1: alternativa B (correta).

Questão 2: alternativa C (primeira tentativa - errada) e alternativa A (segunda tentativa - correta)

No fim desta etapa, há uma atividade de contextualização sobre os créditos de carbono e sustentabilidade, temas atuais que também estão presentes na mídia. Nessa atividade, os estudantes têm 10 minutos para elaborar um pequeno parágrafo sobre o assunto no caderno. Para auxiliá-los há um link contendo mais informações sobre o tema no botão 'Saiba Mais', porém é necessário conexão com internet para acessá-lo. A seguir é mostrada a pergunta e as respostas dos grupos.

3- A comercialização de crédito de carbono permite que empresas e organizações compensem as suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) a partir da aquisição de créditos gerados por projetos de captura de carbono, como a criação de áreas de reflorestamento ou a preservação das florestas nativas. *Fonte: Agência BNDES de Notícias.*

A venda dos créditos de carbono por países como o Brasil, é uma prática sustentável que ajuda a diminuir os teores de gás carbônico na atmosfera? Justifique sua resposta.

Respostas:

Grupo 1: Sim, pois a captura do gás carbônico durante a fotossíntese ajuda na diminuição do efeito estufa, não somente no Brasil, mas em muitos países que aderem esse meio de comércio de crédito de carbono.

Grupo 2: Sim, porque os créditos de carbono ajudam a diminuir a emissão de gás carbônico na atmosfera, com o intuito de reduzir o efeito estufa e ajudar o planeta.

Grupo 3: Sim, pois com o comércio de créditos de carbono, há a diminuição das emissões de gás carbônico, que é poluente. Assim, haverá uma melhora na poluição do ar.

Ao terminarem, o professor propôs uma discussão com os estudantes sobre os créditos de carbono e sustentabilidade.

Durante a discussão, os alunos se mostraram bem críticos, expondo suas opiniões e propondo soluções para o mercado de créditos de carbono.

5.2 Atividades desenvolvidas na Fase 2 do jogo e resultados obtidos

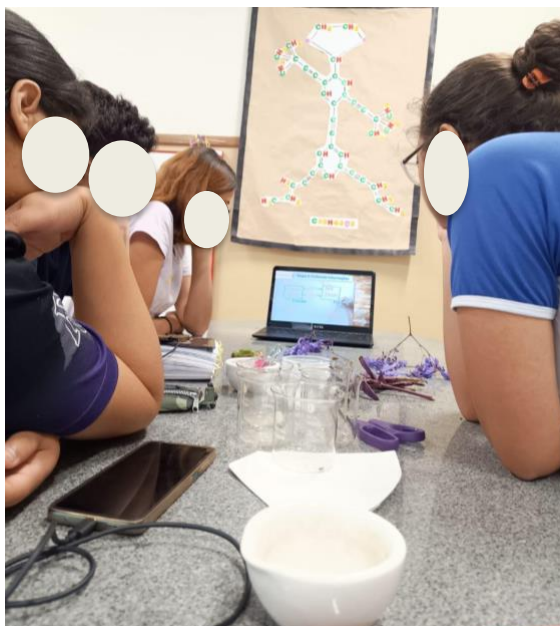
As etapas dessa fase são as mesmas que da fase anterior, porém os conteúdos trabalhados e as atividades propostas são diferentes.

Para realizar essa fase os grupos foram redefinidos. Como faltaram dois alunos, a classe foi dividida em apenas dois grupos, considerando o nível de aprendizagem dos estudantes, a fim de que cada grupo tivesse estudantes de diferentes níveis.

A etapa 1 - Coleta de informações, começa com algumas informações importantes como: o que são estômatos, definição de fotólise e fotofosforilação e explicação sobre o carregamento das moléculas de ATP, para que os estudantes possam compreender os próximos conteúdos que serão apresentados.

É mostrado um vídeo retirado de um canal específico para conteúdos de Biologia do professor Gustavo Schmidt na plataforma YouTube com a duração de 5 minutos. Caso necessário, os estudantes podem assistir o vídeo novamente para rever as informações. A figura 47 mostra os estudantes assistindo o vídeo.

Figura 47 - Estudantes assistindo o vídeo da etapa 1 (fase 2)



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Foi observado, com base nos comentários dos estudantes, que eles não tinham conhecimento prévio das informações apresentadas, já que os conteúdos dessa fase são mais aprofundados. No entanto, se mostraram curiosos em relação às informações, com comentários como: “os estômatos parecem narizes” e “o ATP é tipo uma bateria que pode ser carregada”.

Na etapa 2 - Levantamento de hipóteses, assim como na fase um, foram apresentados dois questionamentos aos alunos para que eles elaborassem uma hipótese para cada. As hipóteses foram anotadas no caderno. Abaixo estão descritos os questionamentos.

- 1- Se a função da clorofila é captar a luz, por que ela possui a cor verde?
- 2- Se a clorofila é essencial para a fotossíntese, como as folhas que não são verdes realizam essa reação química?

A hipótese 1 está relacionada à absorção e à reflexão de diferentes comprimentos de ondas presentes na luz solar, o que confere a cor verde às moléculas de clorofila e a hipótese 2 está relacionada à presença de clorofila em todas as folhas para que elas possam realizar a fotossíntese, mesmo que, aparentemente, as folhas apresentem outra coloração.

Foi observado que os estudantes conversaram bastante nos grupos para elaborar as hipóteses, inclusive utilizando algumas das informações apresentadas na fase 1.

Desta vez, não tiveram tanta dificuldade no processo de elaboração de hipótese, no entanto a dificuldade maior foi em relação ao conteúdo (ótica), que envolvia conceitos de física e de alguns conceitos que ainda não haviam apreendido, como presença obrigatória da clorofila em todas as folhas. A professora fez uma breve retomada sobre o assunto ótica, o que facilitou a realização da atividade pelos estudantes.

Hipóteses elaboradas:

Grupo 1:

- Hipótese 1: Os seus pigmentos vêm do seu DNA, passado de planta para planta. A planta absorve um certo comprimento da refração da luz solar.
- Hipótese 2: Estar em uma terra ou local fértil e apto ao tipo da planta, com quantidade de luz solar, gás carbônico e água específicas para o tipo de planta.

Grupo 2:

- Hipótese 1: Ela reflete o verde e absorve as cores.
- Hipótese 2: Elas devem possuir alguma outra coisa para absorver a luz.

Na etapa 3 - Mão na massa, os alunos realizaram um experimento prático de cromatografia para detectar a presença de clorofila em todas as folhas, mesmo aquelas que não são verdes, bem como a identificação de outros pigmentos vegetais.

O objetivo dessa fase era compreender que todas as plantas possuem clorofila em suas folhas, visto que, sem essa molécula, as plantas não conseguem realizar fotossíntese.

Para realizar o experimento, os estudantes inicialmente trouxeram de casa folhas de cores variadas e algumas flores.

Inicialmente eles picaram as folhas e flores e colocaram cada tipo em um almofariz, para que os pigmentos não se misturassem.

Eles acrescentaram um pouco de álcool comum, encontrado nos supermercados, e maceraram os fragmentos de folhas/flores com o auxílio de um pistilo, para extrair seus pigmentos, como demonstrado na figura 48.

Figura 48 - Alunos realizando o experimento



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Conforme foram macerando, poderiam acrescentar mais um pouco de álcool para auxiliar na extração. A figura 49 mostra o resultado da extração dos pigmentos após a maceração.

Figura 49 - Mistura dos fragmentos de folhas e flores com álcool



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

O líquido colorido obtido foi separado dos fragmentos de folhas/flores e transferido para um béquer de 100 ml. Para separar os fragmentos os estudantes usaram a criatividade, pois não podiam filtrar a mistura: um grupo retirou os fragmentos com a mão, o outro utilizou uma colher e o terceiro grupo utilizou o próprio pistilo, porém tiveram maior dificuldade, já que o pistilo era redondo e não foi o ideal

para separar os fragmentos. A figura 50 ilustra os líquidos obtidos no final deste processo.

Figura 50 - Extração dos pigmentos vegetais das folhas e flores



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Para realizar a cromatografia dos pigmentos, os estudantes utilizaram filtro de café. Eles cortaram tiras de mais ou menos 1 centímetro e deveriam introduzir dentro do béquer, a fim de que a tira de papel toque o líquido, porém sem encostar no fundo do recipiente, conforme explicado na tela do jogo.

O objetivo dessa atividade é estimular o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas.

O grupo 1 dobrou a ponta da tira de papel filtro em forma de V e apoiou na borda do béquer. O grupo 2 fixou a tira com fita adesiva na borda do béquer, porém apresentaram mais dificuldade para fixar a tira, já que, com o uso da fita adesiva, a tira de papel ficava encostando no vidro, o que não era o ideal para realizar esse experimento. Por fim, eles conseguiram utilizando dois pedaços de fita adesiva, uma para cada lado da tira de papel.

Percebeu-se que, novamente, esse foi o momento de maior interação e empolgação entre os estudantes, inclusive na hora de resolver o desafio de montar o sistema para a realização da cromatografia.

Segundo os resultados obtidos por Campelo, et al. (2023) com a aplicação de jogos com alunos do Ensino Médio, essa estratégia didática estimula a participação dos estudantes e promove a cooperação entre eles, o que contribui para favorecer a aprendizagem. Além disso, quando um estudante tem dúvida, os colegas podem ajudar, proporcionando uma aprendizagem autônoma e colaborativa.

Na aula seguinte, teve início a etapa 4 - Observação, análises e socialização, onde os alunos tiveram 5 minutos para observar os resultados obtidos no experimento.

Durante a cromatografia, as moléculas dos pigmentos fotossintetizantes vão sendo absorvidas pela tira de papel filtro (coador de café). Cada pigmento possui uma molécula diferente. Quanto menor o tamanho da molécula, mais rápido ela é absorvida, percorrendo uma distância maior na tira de papel, se fixando na parte superior da tira de papel. Já as moléculas maiores, são mais pesadas e se fixam na parte inferior da tira. Dessa forma, é possível separar diferentes tipos de pigmentos fotossintetizantes (Ramos; Vieira; Teixeira, 2015).

Cada grupo obteve um resultado diferente, devido às folhas/flores, que os alunos haviam trazido, conforme demonstrado nas figuras 51 e 52.

Figura 51 - Resultados da extração dos pigmentos vegetais dos grupos 1



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Figura 52 - Resultados da extração dos pigmentos vegetais dos grupos 2

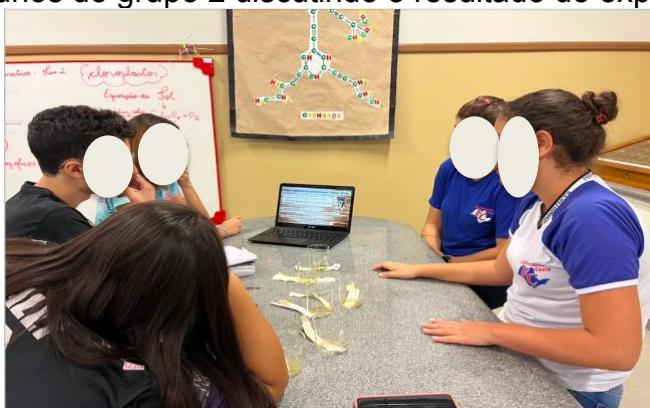


Fonte: Arquivo pessoal (2023)

No entanto, ambos os grupos foram capazes de perceber que, mesmo as folhas não apresentando cor verde, elas possuem clorofila, compreendendo a importância desse pigmento para a fotossíntese. Além disso, conseguiram identificar outros tipos de pigmentos presentes nas folhas, como o amarelo, laranja e roxo e perceberam que as flores não apresentam pigmento verde, por isso, nessa parte da planta não acontece a fotossíntese.

Cada grupo teve 5 minutos para discutir os resultados obtidos (Figura 53), e de 5 a 10 minutos para apresentar os resultados para a classe. Nesse momento, o professor estimulou os estudantes a discutirem entre si e compararem os resultados de cada grupo.

Figura 53 - Alunos do grupo 2 discutindo o resultado do experimento



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Desta vez, não houve tanta discussão entre os grupos, já que os resultados foram parecidos. Os estudantes se mostraram curiosos com os resultados, pois não sabiam que existiam outros pigmentos fotossintetizantes.

Ainda durante a fase 4, os estudantes responderam no caderno cinco questões de reflexão sobre os resultados. O objetivo continua o mesmo da fase anterior, que é estimular a reflexão de forma mais direcionada, a fim de que os alunos consigam elaborar uma explicação mais precisa sobre os resultados.

Perguntas:

- 1- Todas as folhas possuem clorofila? O que levou você a essa conclusão?
- 2- Qual a relação entre a clorofila e a fotossíntese?
- 3- Sem a clorofila seria possível que a fotossíntese acontecesse? Justifique sua resposta.
- 4- A clorofila participa da fase clara (fotoquímica) ou da fase escura (química)? Por quê?
- 5- Onde as moléculas de clorofila são encontradas?

Respostas:

Grupo 1:

- 1- Sim, a clorofila é a substância a qual toda planta tem e através dessa substância as moléculas da clorofila se dividem para receber a luz dando início ao processo de fotossíntese. Por meio do experimento.
- 2- A clorofila é o meio necessário para a planta respirar e assim, realizar a fotossíntese.
- 3- Não, a clorofila é a chave para a entrada luz na fotossíntese. Sendo assim, sem a clorofila não se abre essa brecha à luz.
- 4- Fase clara, pois a clorofila serve para receber a luz, então em plantas em tempo da fase escura a clorofila não age na planta.
- 5- Nas folhas da planta.

Grupo 2:

- 1- Sim, a clorofila absorve a luz possibilitando a fotossíntese. Pela experiência.
- 2- A clorofila auxilia no processo de fotossíntese absorvendo a luz.
- 3- Não, pois sem luz não há fotossíntese.

4- Participa da fotoquímica, pois ela é responsável por absorver a luz.

5- Nas folhas.

Mas uma vez os alunos apresentaram boa interação nas discussões dentro do grupo durante a realização da atividade, discutindo sobre os conceitos aprendidos e os resultados do experimento.

Ambos os grupos conseguiram acertar todas as questões, com exceção da questão 2 do grupo 1. O grupo usou a palavra "respiração" de modo equivocado. Segundo os estudantes, eles estavam se referindo ao processo de trocas gasosas, onde as folhas absorvem o CO₂ e liberam o oxigênio durante a fotossíntese, por meio dos estômatos (orifícios presentes nas folhas que permitem as trocas gasosas). Mesmo assim, a colocação estava equivocada, pois a função da clorofila é absorver a luz solar, fonte de energia para que as reações químicas que envolvem a fotossíntese possam ocorrer (Cavalcante; Lemos; Tavares, 2018)

Após o término da atividade, a professora corrigiu oralmente as questões, estimulando a participação e discussão de todos os grupos, em forma de um bate-papo. Quando necessário, como na questão 2 do grupo 1, ela fez as devidas correções, além de completar algumas respostas, buscando reforçar conceitos importantes para fixar o aprendizado dos mesmos.

No momento da correção, apenas o líder, como representante do grupo, respondeu às questões. No entanto, os demais alunos podiam fazer comentários ou expor suas dúvidas.

Na etapa 5 - Validação das hipóteses, os estudantes retomam as hipóteses elaboradas na etapa 2 e comparam com os resultados do experimento, a fim de analisar se elas foram validadas ou não, conforme mostrado abaixo.

Grupo 1:

- Hipótese 1: Parcialmente validada, pois o experimento não permitiu verificar a origem genética da clorofila. Porém, esse pigmento apresenta a cor verde pois absorve a maior parte de luz solar e reflete a cor verde.
- Hipótese 2: Não validada, pois percebemos durante o experimento que todas as folhas possuem clorofila.

Grupo 2:

- Hipótese 1: Validada.
- Hipótese 2: Validada, pois as folhas possuem clorofila para absorver a luz, mesmo não sendo verdes.

Apenas o grupo 1 não teve suas hipóteses validadas desta vez. A professora fez os comentários que julgou necessário para esclarecer o porquê da não validação das hipóteses que foram apresentadas pelo grupo.

Antes de avançar para a próxima etapa, o líder apresenta para os demais o que foi discutido por seu grupo.

Na etapa 6 - Aplicação dos conhecimentos, o jogo traz três atividades objetivas para que os estudantes escolham a melhor resposta. Há uma animação com som quando eles escolhem a resposta errada e uma para a escolha da resposta certa. As questões também foram elaboradas de forma a estimular os estudantes a aplicarem os conhecimentos adquiridos anteriormente por meio da discussão dentro do grupo, já que todos no grupo devem concordar em escolher a mesma resposta para clicar e avançar para a próxima etapa.

Foi observado que os estudantes conversavam buscando entrar em consenso antes de escolher uma única resposta, a fim de não escolherem a resposta errada. No grupo 2 houve divergência em relação a qual alternativa escolher na questão 1 e os estudantes tiveram que argumentar, saber ouvir e respeitar a opinião dos colegas, a fim de que todos entrassem em um consenso.

Os estudantes vibravam a cada resposta certa, fato que também foi percebido por Sales, et.al, (2019). De acordo com os autores, a vibração dos estudantes pode indicar que o aprendizado está acontecendo de forma lúdica e divertida e isso auxilia os alunos a se apropriarem dos conteúdos trabalhados.

Os dois grupos erraram uma das três questões.

Perguntas:

1- Em qual (quais) partes da planta ocorre a fotossíntese?

- a) apenas nas folhas.
- b) em todas as partes da planta.
- c) nos caules e nas folhas verdes.
- d) nas raízes e nas folhas.

Resposta correta: alternativa C

2- De onde vem o oxigênio liberado durante a fotossíntese? Da molécula de gás carbônico ou da molécula de água?

Figura 54 - imagens utilizadas como alternativas na questão 2



Fonte: Elaborado pela autora

Resposta correta: alternativa B

3- O gráfico ilustra a absorção da luz pelos pigmentos fotossintetizantes em diferentes comprimentos de onda.

Figura 55 - imagem utilizada como enunciado na questão 3



Fonte: Site Só Biologia.

Suponha que três plantas (I, II e III) da mesma espécie ficaram expostas diariamente aos comprimentos de onda 460 nm, 550 nm e 660 nm, respectivamente. Podemos supor que:

- Apenas as plantas I e II conseguiriam realizar a fotossíntese.
- Todas as plantas sobreviveram por ter luz disponível.
- Apenas as plantas II e III produzem alimento suficiente.
- Todos morreriam pois precisam da luz branca para a fotossíntese.

Resposta correta: alternativa C

Respostas dos estudantes:Grupo 1:

Questão 1: alternativa A (incorreta) e alternativa C (segunda tentativa - correta)

Questão 2: alternativa B (correta).

Questão 3: alternativa C (correta).

Grupo 2:

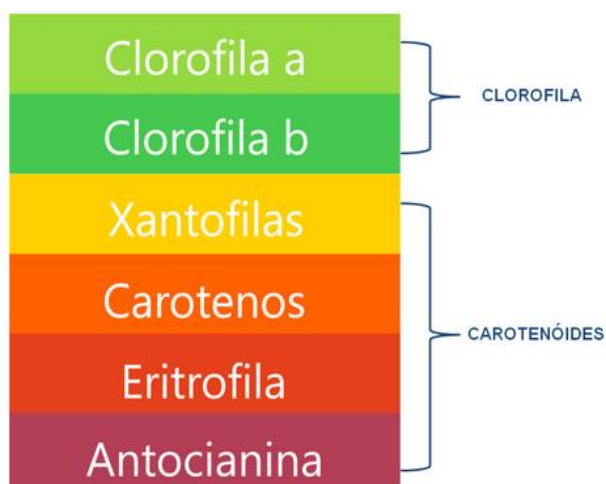
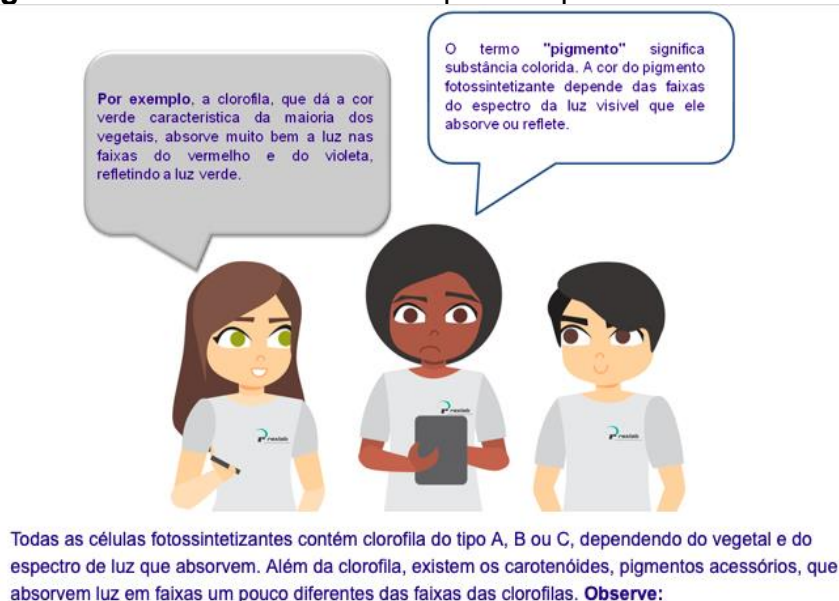
Questão 1: alternativa C (correta).

Questão 2: alternativa B (correta).

Questão 3: alternativa A (incorreta) e alternativa C (segunda tentativa – correta)

No fim desta etapa, há uma atividade para que o estudante identifique e conheça outros tipos de pigmentos fotossintetizantes que podem estar presentes nas folhas trazidas por eles. Nessa atividade, os estudantes têm 10 minutos para ler um texto informativo sobre pigmentos fotossintetizantes retirado de um site para estudantes de Biologia na internet, chamado GT-MRE disponível por meio de um link no jogo. A figura 56 ilustra uma parte do texto contido no site. O Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, busca desenvolver e implantar um ambiente virtual de ensino e de aprendizagem, disponibilizando conteúdos didáticos abertos e online e complementados com experimentos remotos.

Figura 56 - Tela do site utilizada para responder a atividade



Fonte: Site GT-MRE

Os grupos fizeram a identificação dos pigmentos encontrados com o auxílio das informações contidas no site e anotaram no caderno.

Pigmentos identificados:

Grupo 1:

- Folha 1: verde claro (clorofila A), amarelo (xantofilas), laranja (carotenos) e roxo (antocianina).
- Folha 2: verde escuro (clorofila B) e amarelo (xantofilas).
- Folha 3: roxo (antocianina), vermelho (eritrofila), amarelo (xantofilas) e verde claro (clorofila B).

Grupo 2:

- Folha 1: verde claro e escuro (clorofilas A e B), amarelo (xantofilas) e roxo (antocianina).
- Folha 2: verde claro e escuro (clorofilas A e B) e amarelo (xantofilas).
- Folha 3: verde claro (clorofila A), amarelo (xantofilas) e laranja (carotenos).
- Flor: amarelo (xantofilas) e vermelho (eritrofila).

Todos os grupos conseguiram identificar os pigmentos corretamente.

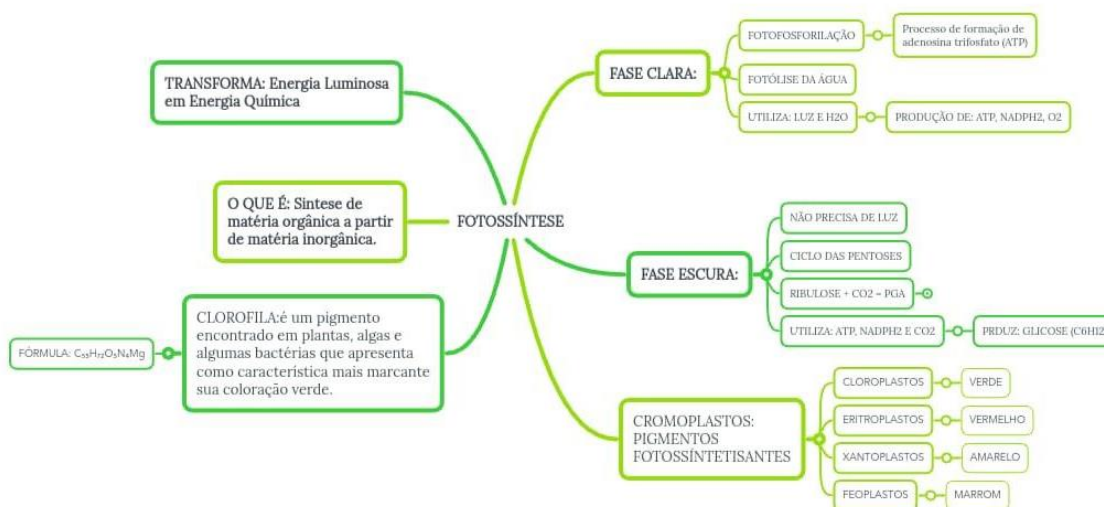
Ao terminarem, o professor propôs uma discussão com os estudantes sobre os pigmentos encontrados e o que aprenderam nesta atividade.

O líder de cada grupo expôs os pigmentos encontrados para a turma. Durante a discussão ficou evidente que os estudantes não conheciam que havia outros pigmentos fotossintetizantes e se interessavam em identificar e descobrir os nomes de cada pigmento.

Por fim, como desafio final, foi proposto a criação de um mapa mental, com objetivo de reunir e relacionar os conceitos aprendidos durante as duas fases do jogo. Para isso, foi proposto a utilização do site *Mindmester* para que os alunos possam criar os mapas mentais *on line*. Como segunda opção, eles podem realizar a atividade à mão no caderno. O mapa mental foi utilizado como uma das ferramentas para avaliar a aprendizagem dos estudantes.

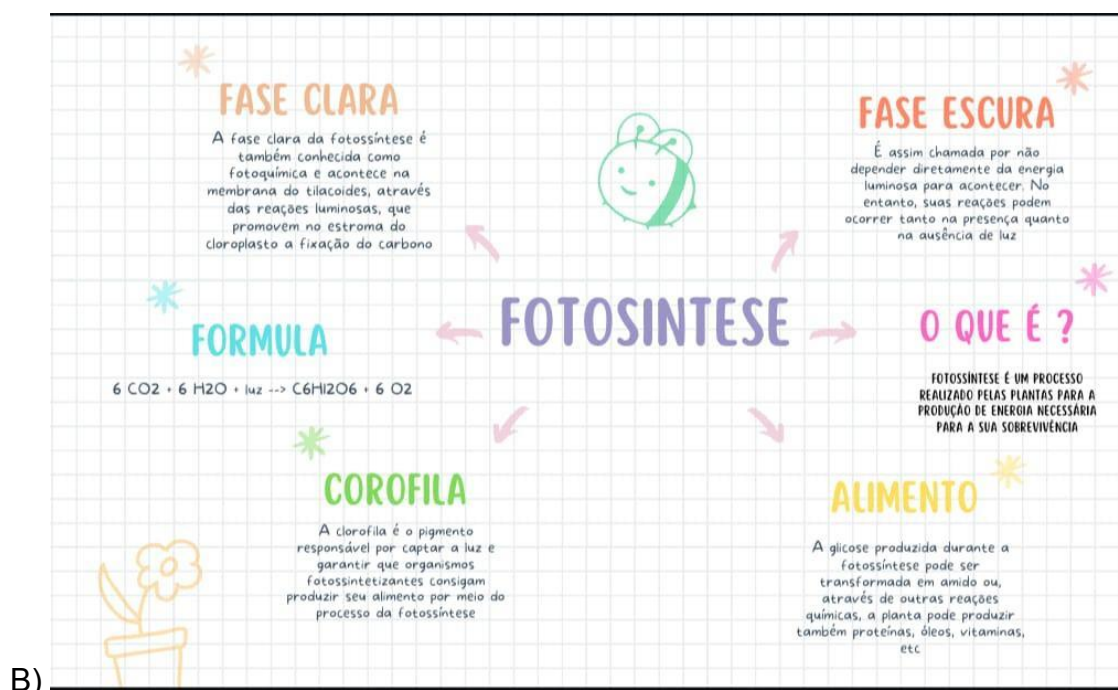
Nas figuras 57 (A), (B), (C) e (D) estão alguns exemplos dos trabalhos realizados pelos estudantes.

Figura 57 (A), (B), C) e (D) - Exemplo de alguns mapas mentais construídos pelos alunos



A)

Fonte: Arquivo pessoal (2023)



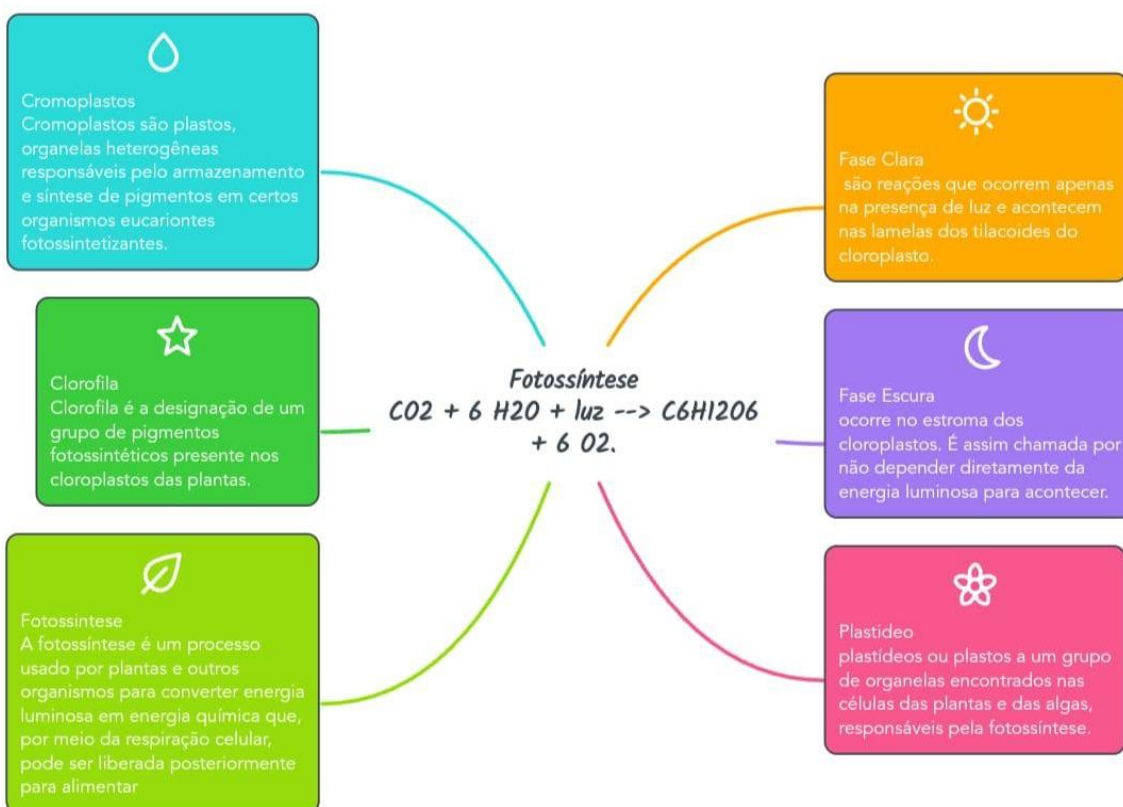
B)

Fonte: Arquivo pessoal (2023)



C)

Fonte: Arquivo pessoal (2023)



D)

Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Também foram avaliadas a participação e o engajamento dos estudantes no decorrer das atividades e as anotações realizadas por eles em cada etapa do jogo.

Após o término das atividades da fase dois, os alunos responderam um novo questionário para avaliar as atividades realizadas nesta fase e sua aprendizagem ao longo do jogo. As respostas do questionário serão discutidas no próximo capítulo.

5.3 Avaliação do produto educacional

Para a avaliação do produto educacional, foram utilizados questionários, elaborados no *Google Forms*, respondidos pela professora de Biologia e pelos estudantes, além da percepção da pesquisadora ao longo da aplicação do produto.

Após a aplicação da fase 1, foram disponibilizados dois questionários, um para os alunos e um para professores. Nesta etapa, apenas a professora que ministra aulas de Biologia para a turma respondeu o questionário.

Em relação ao questionário respondido pelos estudantes, selecionamos algumas respostas que julgamos mais relevantes para a pesquisa:

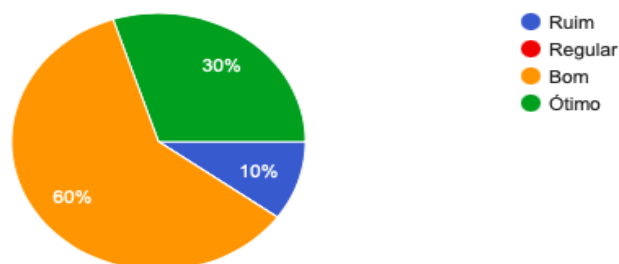
As questões de 1 a 4 são relacionadas ao layout do produto. Segundo as respostas dos estudantes mostradas nas figuras de 58 a 61 analisamos que o layout do produto teve boa aceitação, de modo que não se percebeu a necessidade de alteração, com exceção da localização de alguns comandos, para que ficassem mais fáceis de serem encontrados.

Figura 58 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre o layout do produto

LAYOUT DO PRODUTO

1- O que você achou do layout do produto (cores, desenhos, animações, organização dos slides, parte gráfica)?

10 respostas

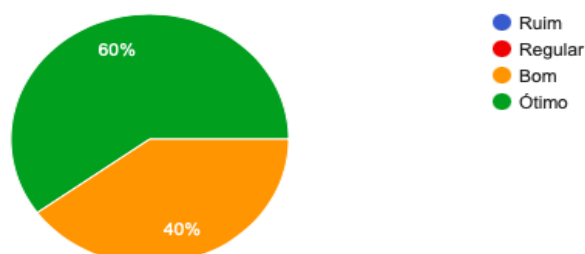


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 59 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre o layout do produto

2- O tamanho e as cores das letras estavam adequados, permitindo uma boa leitura e visualização?

10 respostas

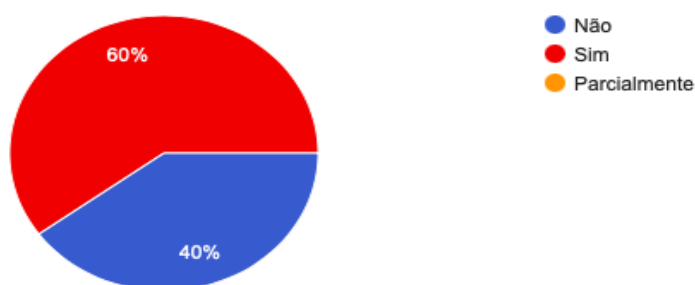


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 60 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre o layout do produto

3- Os comandos e orientações foram encontrados facilmente?

10 respostas

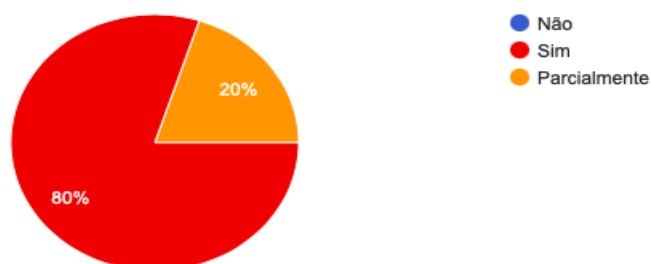


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 61 - Respostas dos alunos na questão 4 sobre o layout do produto

4- O layout ajudou a motivar você a utilizar o produto?

10 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Foi sugerido, como resposta à questão 5 (figura 62) que o jogo fosse escrito em HTML, CCS ou JavaScript, uma crítica considerável, já que os estudantes que participaram da pesquisa cursam o ensino médio técnico em informática. No entanto, visto que o jogo foi construído pela própria pesquisadora e considerando o tempo disponível para fazer a alteração, não foi possível acatar essa sugestão. Para diminuir o peso do arquivo do jogo, a fase 1 e a fase 2 foram separadas em dois arquivos distintos, porém ainda utilizando o *Microsoft Powerpoint*.

Figura 62 - Respostas dos alunos na questão 5 sobre o layout do produto

5- Há algum comentário que você queira acrescentar sobre o layout?

10 respostas

Está bom 😊

Acho que deveria ser escrito em forma html, css e JavaScript que é a linguagem de programação.

Seria mais trabalhoso, mas ficaria muito bom o jeito de mexer, o layout e até o peso do jogo. O design do jogo deveria ser pensado um pouco mais, pois até que são legais os dinossauros, porém mesmo sendo um animal não fez muito sentido com o assunto. Obrigado!

Não. Eu achei que ficou ótimo, você se diverte e aprende demais

nada a dizer

Não

Se possível colocar alguns efeitos sonoros

Achei muito bom, nada a reclamar

Fonte: Elaborado pela autora

A forma da utilização do produto também teve boa aceitação, conforme a análise das respostas das questões 1 a 3, mostradas nas figuras 63 a 65. Segundo os alunos as orientações estavam claras e a maioria julgou o tempo de duração como sendo razoável. Além disso, 60% deles apontou a utilização do produto como sendo fácil.

Figura 63 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a utilização do produto**UTILIZAÇÃO DO PRODUTO**

1- As orientações e comandos mostrados durante o jogo estavam claros?

10 respostas

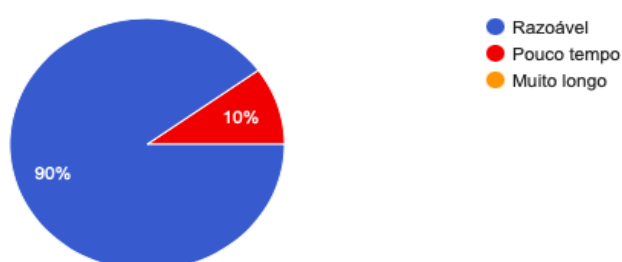


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 64 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a utilização do produto

2- O que você achou sobre o tempo de duração dessa primeira atividade?

10 respostas

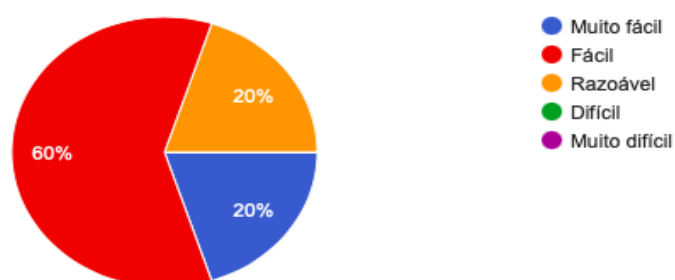


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 65 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a utilização do produto

3- Como foi a utilização do produto?

10 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Durante a utilização do produto, os alunos apontaram que não tiveram dúvidas em relação ao que deveria ser feito em cada etapa, conforme percebido nas respostas da questão 4, mostradas na figura 66.

Figura 66 - Respostas dos alunos na questão 4 sobre a utilização do produto

4- Você teve dúvidas durante a utilização do produto? Se sim, quais foram suas dúvidas?

10 respostas

Não
Nenhuma dúvida.
Não.
não

Fonte: Elaborado pela autora

Ainda sobre a utilização do produto, um aluno sugeriu ao responder à questão 5, a criação de um logotipo para o jogo, como mostrado na figura 67. A sugestão foi considerada e poderá ser desenvolvida pela pesquisadora.

Figura 67 - Respostas dos alunos na questão 5 sobre a utilização do produto

5- Você gostaria de acrescentar algo mais sobre a utilização do produto?

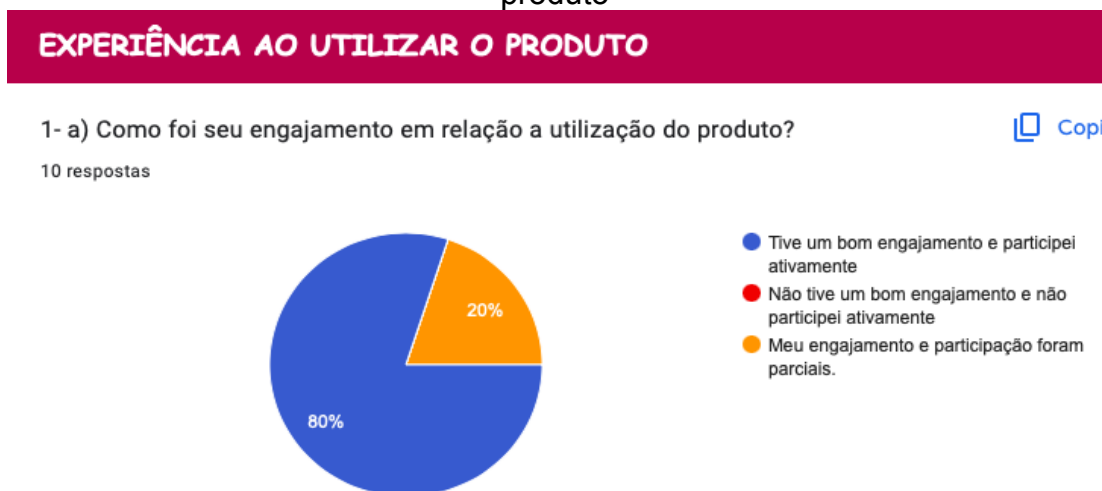
10 respostas

Está bom 😊
Não
Deveria criar uma logo bonita para a cara do jogo. E além disso usar(como já disse antes) a programação, para no caso: guardar o nome do usuário e depois mostrar diante das perguntas e práticas do jogo.
Não
não
Nada a declarar

Fonte: Elaborado pela autora

Em relação a experiência em utilizar o produto, a grande maioria relatou, em resposta à questão 1, itens "a" e "b" (figuras 68 e 69), ter tido um bom engajamento e participação, fato que também foi percebido pela análise da pesquisadora.

Figura 68 - Respostas dos alunos na questão 1a sobre a experiência ao utilizar o produto



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 69 - Respostas dos alunos na questão 1b sobre a experiência ao utilizar o produto

1- b) Justifique sua resposta da questão anterior.

10 respostas

Fiz as atividades e não tive dúvidas
Gostei das atividades práticas muito mesmo. E as perguntas eram diretas e fizeram-me pensar muito e raciocinar bem, mesmo sendo perguntas razoavelmente fáceis.
As atividades práticas foram incríveis, experiência única, com um aprendizado incrível com as perguntas.
foi divertido
Não participei muito nas conversas, eu ajudei um pouco a fazer a experiência.
Eu acabei faltando em uma das aula estão acabei perdendo
Foi muito fácil o uso

Fonte: Elaborado pela autora

Nas respostas à questão 3, mostradas na figura 70, muitos estudantes ressaltaram o experimento como ponto positivo do produto educacional, reforçando o

que aponta a bibliografia utilizada em relação às atividades *maker* e às vantagens das aulas práticas na melhoria da aprendizagem e engajamento dos estudantes.

Figura 70 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a experiência ao utilizar o produto

3- O que você mais gostou neste produto?

10 respostas

A proposta de ensino
A prática!!!
As animações.
interativo
Todos, mas ver o resultado foi o melhor.
A experiência
Tudo

Fonte: Elaborado pela autora

Todos os alunos elogiaram a experiência em utilizar o produto ao responderem à questão 6, dizendo que a experiência foi divertida, inovadora e incrível, como é possível verificar na figura 71.

Figura 71 - Respostas dos alunos na questão 6 sobre a experiência ao utilizar o produto

6- Conte um pouco como foi sua experiência ao utilizar o produto.

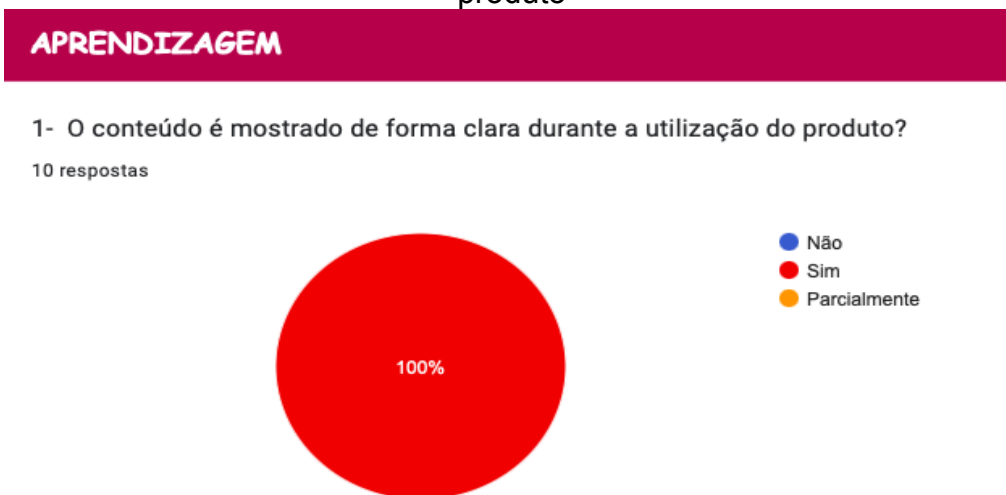
10 respostas

Divertida e inovadora
Foi ótimo! As atividades dissertativas, racionais e práticas foram ótimas!
Achei incrível, nunca havia participado de algo assim. A interação foi perfeita.
relaxante
Foi uma experiência incrível, eu realmente amei mexer nas coisas junto com meu grupo...
Foi uma experiência divertida e diferença
Muito boa e criativa

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à aprendizagem, os estudantes disseram que os conteúdos foram apresentados de forma clara, como visto na figura 72 que mostra as respostas à questão 1.

Figura 72 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a aprendizagem obtida com o produto



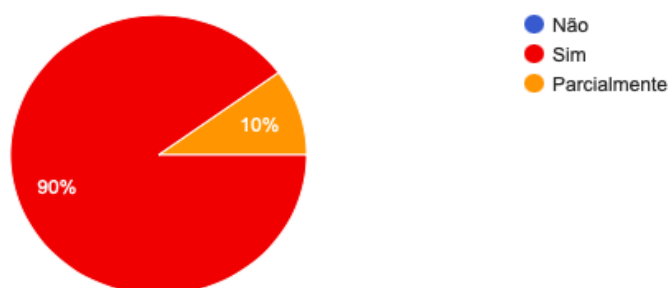
Fonte: Elaborado pela autora

A grande maioria dos alunos relatou, ao responderem as questões 2 e 3, que o produto educacional contribuiu para uma melhor compreensão dos conteúdos, destacando a contribuição positiva do experimento no processo de aprendizagem e a maneira como o jogo foi elaborado, como mostrado nas figuras 73 e 74.

Figura 73 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a aprendizagem obtida com o produto

2- O produto educacional facilitou sua aprendizagem em relação as aulas tradicionais?

10 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 74 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a aprendizagem obtida com o produto

3- Cite os motivos que mais contribuíram (ou não) para facilitar sua aprendizagem:

10 respostas

A dinâmica ajuda bastante na aprendizagem
A prática, pois a visibilidade ajudou a assimilar o conteúdo. O local também influenciou muito bem, é mais calmo e nos sentimos bem.
O que mais facilitou foi as atividades práticas por meio do produto interativo com questões
a aula prática
Atenção eo foco, agente prestou bastante atenção na professora falando, e focamos na nossas atividades.
A maneira que foi feito que diferenciou o estilo de ensino foi incrível
Dificuldade a meu próprio respeito

Fonte: Elaborado pela autora

Esses resultados corroboram com as pesquisas de Sales, et.al, (2019) e Nogueira, et.al (2021), que também relatam contribuições na aprendizagem com a utilização dos jogos durante as aulas de Biologia do Ensino Médio, segundo a avaliação dos alunos. De acordo com os autores, os estudantes relataram que os jogos facilitaram a compreensão dos conteúdos novos, além de ajudar a revisar os temas aprendidos anteriormente.

Dessa forma, foram realizadas pequenas alterações no layout do jogo para a fase 2, em relação à localização de alguns comandos e nenhuma alteração na forma como as atividades foram elaboradas.

Durante a aplicação, percebeu-se a necessidade da intervenção do professor na etapa 1 - colhendo informação em ambas as fases, para complementar os conteúdos apresentados no jogo, provavelmente devido à defasagem e dificuldade que os estudantes apresentam em relação ao conteúdo fotossíntese, trazida de anos anteriores, conforme aponta a análise da fundamentação teórica dessa pesquisa (capítulo 2).

Decidimos optar pela intervenção do professor ao invés de introduzir mais informações no jogo, para que este não fique muito extenso e cansativo para os estudantes. As orientações para que o professor faça as intervenções necessárias e os conteúdos que precisam ser trabalhados estão no e-book, que foi desenvolvido

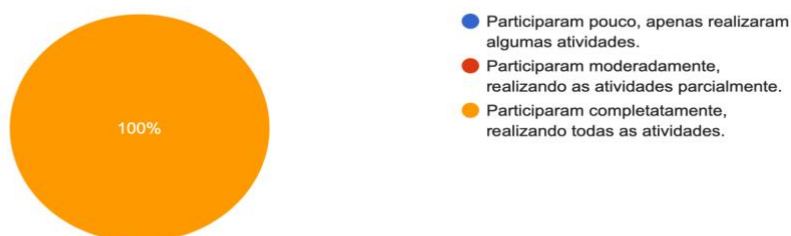
como uma ferramenta de suporte, para que o professor possa aplicar o produto em suas aulas.

Dentre as respostas, obtidas no questionário respondido pela professora, destacamos algumas mais relevantes em relação à avaliação do produto educacional realizada por ela.

De acordo com o que foi respondido pela professora na questão 2 (figura 75), os alunos participaram ativamente das atividades propostas, completando todas as etapas do jogo.

Figura 75 - Respostas da professora na questão 2

2- Como foi a participação dos estudantes?
1 resposta



Fonte: Elaborado pela autora

Segundo as respostas das questões 11 e 12, mostradas nas figuras 76 e 77, a professora julga que o produto educacional e as atividades contidas nele facilitam a compreensão dos conteúdos e, conseqüentemente, contribuem para a aprendizagem dos estudantes.

Figura 76 - Respostas da professora na questão 11

11- A forma com que os conteúdos foram apresentados contribuiu para a aprendizagem dos estudantes?
1 resposta



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 77 - Respostas da professora na questão 12

12- As atividades desenvolvidas contribuíram para auxiliar na compreensão dos conteúdos?

1 resposta



Fonte: Elaborado pela autora

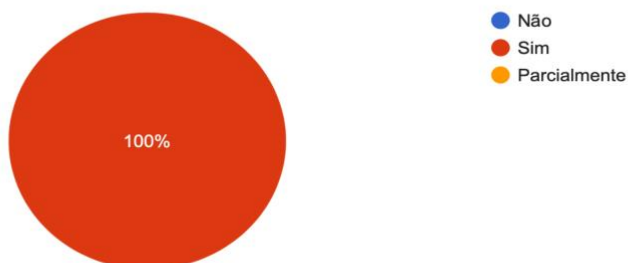
De acordo com a pesquisa de Nogueira, et.al (2021), os professores também afirmaram que o uso dos jogos, desperta o interesse dos estudantes, fazendo com que se sintam mais motivados a participar das aulas, além de auxiliar para a apropriação dos conteúdos por parte dos alunos, o que contribui para a aprendizagem.

A figura 78 mostra a resposta da questão 13, onde a professora diz que o produto é fácil de ser aplicado, ou seja, ele pode ser replicado por outros professores, a fim de diversificar as estratégias didáticas e contribuir para melhorar a aprendizagem dos estudantes.

Figura 78 - Respostas da professora na questão 1

13- O produto educacional é fácil de ser aplicado pelo professor?

1 resposta



Fonte: Elaborado pela autora

Já a figura 79 mostra a resposta da questão 17, na qual fica evidente que o produto educacional cumpriu os objetivos propostos como ferramenta educacional para o aprendizado de fotossíntese.

Figura 79 - Respostas da professora na questão 17

17- O que mais você gostaria de acrescentar sobre a aplicação do produto educacional e o desenvolvimento das atividades, visando a aprendizagem dos estudantes?

1 resposta

Nada, pois o produto educacional atende os propósitos da maneira que foi executado.

Fonte: Elaborado pela autora

Após o término da fase 2, os estudantes responderam um novo questionário *on line* por meio do *Google Forms*. Segundo as respostas em relação à opinião deles sobre o produto, eles citaram na questão 3, evidenciada na figura 80, que gostaram das atividades práticas e do trabalho em grupo, o que está de acordo com os dados apresentados na literatura mostrados no capítulo 2.

Figura 80 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a opinião em relação ao produto

3- O que você mais gostou neste produto?

9 respostas

O trabalho em grupo que facilitou muito o aprendizado

Quando misturamos o álcool com as folhas, e depois colocamos o filtro de café pra transferir a cor.

Desafios

As imagens e como é bem colorido e cativante

Tudo.

Da prática

praticidade

Da parte prática

Do trabalho em grupo e da prática

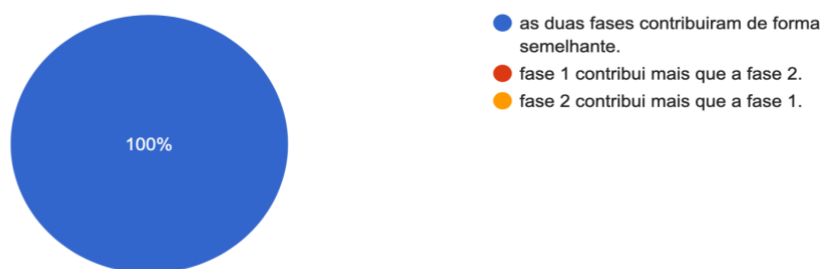
Fonte: Elaborado pela autora

Em relação à contribuição para a aprendizagem, os alunos consideraram ao responderem à questão 1 (Figura 81) que ambas as fases contribuíram para a uma melhor compreensão dos conteúdos trabalhados.

Figura 81 - Respostas dos alunos na questão 1 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem

1- Ao comparar a FASE 1 do jogo com a FASE 2, em relação a sua aprendizagem dos conteúdos apresentados, você considera:

7 respostas



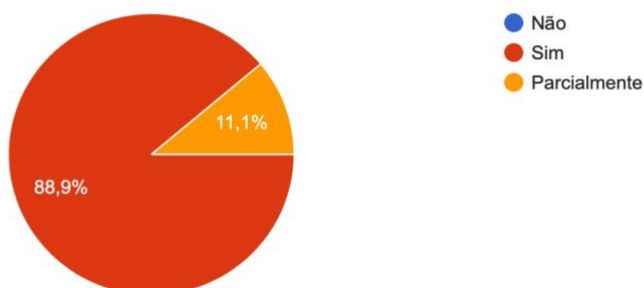
Fonte: Elaborado pela autora

A figura 82 mostra as respostas da questão 2, onde a maioria dos alunos julga que o produto contribuiu mais para a aprendizagem do que as aulas expositivas tradicionais.

Figura 82 - Respostas dos alunos na questão 2 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem

2- O produto educacional facilitou sua aprendizagem em relação as aulas tradicionais?

9 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Na questão 3 (Figura 83), ao justificar a resposta da questão anterior, os alunos apontam que o modo com que o produto educacional foi elaborado, principalmente em relação às atividades práticas e o trabalho em grupo. A análise das respostas evidencia que os objetivos do produto foram atingidos.

Figura 83 - Respostas dos alunos na questão 3 sobre a contribuição do produto para a aprendizagem

3- Justifique sua resposta na questão anterior.

9 respostas

Acho que uma aula mais prática é mais fácil de se compreender
Sim, pois foi tudo bem claro e explicado pela professora.
Me ajudou a aprender o conteúdo mais facilmente .
Ajudou, pois é um modo interativo e bemm bacana de ensinar
Interações e práticas fazem grudar mais na nossa cabeça.
Sim
ajudou mas não muito
Principalmente o experimento ajudou na compreensão do conteúdo
As atividades ajudaram na compreensão

Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, pela análise geral de todos os dados coletados e segundo a percepção da pesquisadora durante a aplicação do produto educacional, percebemos que os alunos gostaram muito de utilizar o jogo interativo, demonstrando engajamento e participando ativamente durante as aulas. Além disso, houve muita interação entre os estudantes, ficando evidente a motivação deles ao realizar as atividades e sendo perceptível a troca de conhecimento entre eles, as argumentações e o respeito às diferentes opiniões.

Consideramos que o produto educacional cumpre seu papel como ferramenta didática diversificada, ao contribuir para facilitar a aprendizagem dos conteúdos de fotossíntese, conforme as respostas e os depoimentos dos estudantes ao avaliarem o produto educacional (mostrados anteriormente nas figuras 72 a 74).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conteúdos relacionados à fotossíntese possuem alto grau de complexidade e abstração e precisam de uma série de outros conceitos para serem compreendidos, gerando grandes lacunas no processo de ensino e aprendizagem.

O produto educacional foi elaborado com o intuito de romper com o ensino expositivo, sendo uma estratégia didática diferenciada e lúdica, que engaja intelectualmente os estudantes e proporciona o contato deles com as práticas de ciência, em particular com o método científico, possibilitando a vivência prática dos conceitos e conteúdos trabalhados.

As características de jogo presentes no produto educacional e as atividades desenvolvidas estimulam o desenvolvimento de habilidades de colaboração, autonomia, reflexão, argumentação e pensamento crítico.

Durante a aplicação do produto educacional, observamos que os estudantes se engajaram intelectualmente participando ativamente das atividades desenvolvidas, trocando conhecimentos, buscando soluções em grupo, apresentando ideias, argumentando e fazendo questionamentos, sendo capazes de aplicar os conteúdos aprendidos na realização das atividades.

Segundo as observações e as respostas dos estudantes nos questionários, percebeu-se que eles gostaram da experiência com o produto educacional e se divertiram durante a utilização do jogo interativo, o que contempla o objetivo pretendido de desenvolver aulas mais dinâmicas e interessantes.

As evidências utilizadas para avaliar a eficácia do produto educacional foram:

- a participação dos estudantes durante o processo com argumentos, ideias, troca de conhecimento, interações com os colegas, etc.;
- respostas das atividades propostas ao longo das duas fases do jogo;
- elaboração da atividade final (mapa mental) com a aplicação dos conteúdos aprendidos.

De acordo com as evidências apresentadas, com as observações realizadas pela pesquisadora e com as análises dos questionários respondidos pela professora e pelos alunos, foi possível constatar que:

- o produto educacional possibilitou o engajamento intelectual dos estudantes durante a realização das atividades;

- houve o desenvolvimento de habilidades como autonomia, empatia, criatividade, argumentação, colaboração, pensamento crítico;
- os alunos vivenciaram o "fazer ciência" ao presenciar, na prática, os conteúdos teóricos;
- a aprendizagem aconteceu de forma colaborativa.

Considerando a análise dos mapas mentais produzidos pelos estudantes, podemos observar que, depois de dias da aplicação do produto, eles foram capazes de lembrar e relacionar os conceitos estudados, o que é um indício da ocorrência de aprendizagem significativa dos conteúdos trabalhados.

Os resultados obtidos com a aplicação do produto educacional indicam seu potencial tanto na aprendizagem de conteúdos envolvendo fotossíntese assim como contribuição no desenvolvimento de habilidades como colaboração, pensamento crítico e autonomia.

Uma possibilidade para trabalhos futuros é a elaboração de outros jogos, utilizando tanto tecnologias digitais como o ensino investigativo, a fim de criar um portfólio de estratégias didáticas diferenciadas para as três séries do ensino médio. Além disso, também pode ser considerado um estudo comparativo entre grupos que utilizaram as ferramentas e grupos que não utilizaram por um período mais longo, sistematizando os dados obtidos e verificando a evolução da aprendizagem. Outra possibilidade é o desenvolvimento do jogo com a utilização de plataformas específicas como a utilização do site Wordlwall ou escrito em formato HTML, CSS ou JavaScript, para que o arquivo fique mais "leve" e utilize menos memória para ser executado.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ARAÚJO, Magnólia; Fernandes Florêncio de; PEDROSA, Maria Arminda. Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 52, p. 305-318, abr./jun. 2014. Editora UFPR. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/zwYN5bVNGvzNMgwVmpSTMdS/>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ARRUDAS, M. **O que significa Design Thinking?** AUSPIN - Agência USP de Inovação, 2020. Disponível em: <http://www.inovacao.usp.br/o-que-significa-design-thinking>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ASSUMPÇÃO, Josiane; ROCHA, Vanessa. **Observação da liberação de oxigênio como resultado da fotossíntese**. Universidade Estadual de Pelotas, 2015. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/disciplinabioqbiop/files/2022/06/Experimento-Fotossintese-1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BACICH, Lilian. **Planejamento reverso e BNCC**. Inovação na Educação. Disponível em: <https://lilianbacich.com/2019/01/16/planejamento-reverso-e-bncc/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BAPTISTA, Marisa Todescan Dias da Silva; NOGUCHI, Natália Felix de Carvalho; CALIL, Simone Dalla Barba Walckoff. A pesquisa interventiva na psicologia: análise de três experiências. **Psicol. Am. Lat.**, México, n. 7, ago. 2006. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870350X2006000300014&lng=pt&nrm=is. Acesso em: 27 jul. 2023.

BANNELL, Ralph Ings *et al.* **Educação no século XXI: cognição, tecnologias e aprendizagens**. Petrópolis: Vozes, 2016.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**. Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999>. Acesso em: 12 mai. 2023. colocar citação

BES, Pablo et al. **Metodologias para aprendizagem ativa**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

BLOISE, Denise Martins. A importância da metodologia científica na construção da ciência. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 06, Vol. 06, pp. 105-122. Junho de 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/metodologia-cientifica>. Acesso em: 27 jun. 2022.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, RODNEY R. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. Tradução: Carlos David Szlak. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf. Acesso em: 03 out. 2023.

BRITO, Gláucia da Silva; PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. **Educação e novas tecnologias: um (re)pensar**. 2. ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.

NOGUEIRA, A. M.; BARCELOS DE SOUZA, G. .; ALVES MOREIRA, L. . A utilização de jogos didáticos na disciplina de biologia no ensino médio técnico. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 15, n. 32, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4154>. Acesso em 01 mar. 2024.

CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Teoria e Prática em Ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2009.

CAMPELO, Raissa Hypolito; CUNHA, Elisângela de Souza; VIEIRA, Valéria da Silva; PEREIRA, Ronaldo Figueiró Portella. Um panorama sobre o uso de jogos didáticos de Biologia. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, nº 16, 2 de maio de 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/16/um-panorama-sobre-o-uso-de-jogos-didaticos-de-biologia>. Acesso em 08 de jan. 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(3), 765–794. Setembro-Dezembro de 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 17 jul. 2022.

CAVALCANTE, Valmir Rocha; LEMOS, Alba Oliveira; TAVARES, Carla Valéria Ferreira. **Extração de pigmento vegetal através da cromatografia em papel numa perspectiva investigativa**. V CONEDU - Congresso Nacional de Educação. Recife, 2018. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_M D1_SA16_ID8441_31082018102931.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

CLEOPHAS, Maria das Graças. **Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago. 2016. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1984723817342016266>. Acesso em: 14 jul. 2022.

COHEN, Elizabeth; LOTAN, Rachel. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3ª edição. Porto Alegre: Penso, 2017.

CORDEIRO, Daniel Antonino. **A importância do método investigativo no ensino de ciências e biologia: aplicações e propostas**. Orientador: Severo, José Leonardo Rolim de Lima. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/23411/1/DAC11072022.pdf>. Acesso em 10 jan. 2024.

CORTELLA, Mario Sergio. **Educação, Escola e Docência: novos tempos, novas atitudes**. São Paulo: Cortez, 2014.

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

FILATRO, Andrea C.; CAVALCANTI, Carolina C. **Metodologias Inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2018.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**; tradução Joice Elias Costa. - 3. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRIZZO, Chaiane. **Fotossíntese à luz da contextualização**. Orientadora: Dra. Maria da Graça Moraes Braga Martin. 2022. Dissertação - Mestrado Profissional. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, SC 2022. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/705397/2/Produto%20Educativo%20PPGECMT_Chiane%20Frizzo.pdf. Acesso em: 10 de jan. 2024.

GARCIA, Sueli da Cruz; MORAIS, Fábio Rogério de. Análise dos Domínios Cognitivos no Ensino Híbrido: ensino e aprendizagem sob a perspectiva da Taxonomia Digital de Bloom. **Convibra.org**. Disponível em: https://www.convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo22796_20201703.pdf. Acesso em: 02 mai. 2023.

GÓMEZ, Angel Ignacio Pérez. **Educação na era digital: a escola educativa**. Tradução: Marisa Guedes. Porto Alegre: Penso, 2015.

GRAY, D. **Empathy Map**. Game storming. 2009. Disponível em: <https://gamestorming.com/empathy-map>. Acesso em: 13 ago. 2023.

GT-MRE - Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel. Pigmentos fotossintetizantes. **Portal GT-MRE**. Universidade de Santa Catarina. Disponível em: <http://gt-mre.ufsc.br/moodle/course/view.php?id=27§ion=1>. Acesso em: 02 ago. 2023.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

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

MARQUES, Eduardo Moreira. **Aprendizagem ativa: constituição histórica de um conceito**. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Formação de Professores e Humanidades, Goiânia, 2022. Disponível em: <https://tede2.pucgoias.edu.br/bitstream/tede/4862/2/Eduardo%20Moreira%20Marques.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MAYR, E. **Isto é Biologia: A ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MCGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo**. Editora BestSeller, 2012.

MEDEIROS, S. C. S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Espanha, v. 8, n. 3, p. 923-935, 2009.

MENEGUETTE, Arlete. **Mapa da Empatia Acessível**. Academia.edu, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/41680284/Mapa_de_Empatia_Acess%C3%ADvel> Acesso em: 13 ago. 2023.

MESQUITA, Silvana. **Ensinar para quem não quer aprender: um dos desafios da didática e da formação de professores**. Pro-Posições 32, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pp/a/MyqFyz5JYrZsnXhVvnLHXns/#>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é Afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Qurrículum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2022.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo/SP: Ed. Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**. Brasília, v.1, n.3, pp. 25-46, 2011. Disponível em:

https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 30 jun. 2023.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O Uso do Ensino por Investigação como Ferramenta Didático-Pedagógica no Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**. Fortaleza, V.13, N.5. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

NOGUEIRA, A. M.; BARCELOS DE SOUZA, G. .; ALVES MOREIRA, L. . A utilização de jogos didáticos na disciplina de biologia no ensino médio técnico: The use of didactic games in biology discipline in technical high school. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 15, n. 32, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4154>. Acesso em: 12 jan. 2024.

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 15 jul. 2023.

OLIVEIRA, Gabriela Aparecida de. **Metodologias Ativas no Ensino de Ciências para formação do Sujeito Ecológico**. 2020.195f. Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica – Unesp, Faculdade de Ciências, Campus Bauru, 2020.

OLIVEIRA, Josefa Kelly Cavalcante de; PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante. Epistemologias da gamificação na educação: teorias de aprendizagem em evidência. **Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade** vol.29 no.57 Salvador jan./mar 2020. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432020000100236&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PASSOS, Polyana Kelly Cantilino Nascimento. **O uso da metodologia científica como instrumento de aprendizagem para o ensino de Biologia: uma proposta de ensino por investigação**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40667>. Acesso em: 11 jan. 2024.

PERAZZOLLO, Cristina da Silva; BAIOTTO, Cléia Rosani. **Jogos didáticos no ensino de ciências/ biologia: um recurso que auxilia na aprendizagem**. XVII Seminário internacional de educação do Mercosul, Cruz Alta, mai. 2018. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/mercosul/pagina/anais/2015/1%20-%20ARTIGOS/JOGOS%20DIDATICOS%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20BIOLOGIA%20UM%20RECURSO%20QUE%20AUXILIA%20NA%20APRENDIZAGEM.PDF>. Acesso em: 06 jan. 2024.

PEREIRA, Weiller Fernandes. **Revisão sistemática da literatura sobre o uso de frameworks na construção de uma gamificação na educação**. 2021. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30628/1/2021_WeillerFernandesPereira_tcc.pdf>. Acesso em ago. 2023.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres**: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed, 2002.

PRENSKY, Marc. **Digital natives, digital immigrants**, On the Horizon NCB University Press, Vol. 9 2001.

RAMOS, V. V. DE A.; VIEIRA, L. M. P.; TEIXEIRA, G. A. P. B. **Repercussão de uma aula prática de cromatografia em papel como complemento do módulo de fotossíntese no ensino médio**. In: V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). 2011, Londrina. Anais. Londrina: UEM, 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/painel/T117.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, nº 23, p. 34-37, 2008. FAZER CITACAO

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria; OLIVEIRA Guilherme Saramago de; SANTOS, Josely Alves dos. As Pesquisas Qualitativas e Quantitativas na Educação. **Revista Prisma**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SALES, Manoel Bruno Alves; ALVES, Antonia Maria; RIBEIRO, Maelle Sara Souza, SANTOS, Roseline Marques dos; GÓES, João Marcos de. **O uso de jogos didáticos como ferramenta no ensino de biologia**. VI CONEDU - Congresso Nacional de Educação. Fortaleza – CE, 2019.

SARDELLA, Antônio. **Química**: Série Novo Ensino Médio - Volume Único. 6ª edição. São Paulo: Ática, 2006.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49–67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13(3), n. 3, p. 333-352, dez. 2008. Disponível em: <Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf >. Acesso em: 25 jun. 2023.

SCHEID, N.M.J. Os desafios da docência em ciências naturais no século XXI. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**. n. 40 Bogotá Jul/Dez. 2016 p.277-309. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142016000200010&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 24 jun. 2023.

SILVA, Alef Nunes da Geizy; BERNARDO, Mayara Job; DIAS, Márcia Adelino da Silva; AZEVEDO, Evaldo de Lira. **Desenvolvendo o pensamento biológico: o método científico na abordagem da vida microscópica**. IV Encontro de Iniciação à Docência. Universidade Estadual da Paraíba. João Passoa, nov. 2014. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2024/Modalidade_1datahora_01_11_2014_20_03_19_idinscrito_526_d4963aa9c498e380f705068b6fc0f15b.pdfAcesso em 12 jan. 2024.

SILVA, Ana Beatriz B. **Bullying: mentes perigosas nas escolas**. 2ª edição. Editora Globo. São Paulo, 2015.

SILVA, Fernanda Aparecida Bicudo da. **Metodologias Ativas no Ensino de Ciências: contribuições para construção de hábitos alimentares saudáveis**. Orientadora: Denise Fernandes de Mello. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita” – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica. UNESP, Bauru, 2023.

SILVA, F. D. A. **Método científico e prática docente**: as representações sociais de professores de ciências do Ensino Fundamental. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14043/1/FDASilvaDISSPRT.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, no 4. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/?lang=pt&format=ppd>. Acesso em: 23 mai. 2023.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102039/vieira_fac_dr_bauru.pdf?sequence=1. Acesso em 10 de julho de 2022.

UNESCO. **O ensino de ciências: O futuro em risco**. Brasília: Unesco, 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2023.

TRAZZI, Patricia Silveira da Silva; OLIVEIRA, Ivone Martins de. O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de biologia. **Revista Ensina e Pesquisa na Educação de Ciências**. Belo Horizonte, n. 18 (1) • Jan-Apr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/4CrjrHLzq8vkkvDB7Mhm5jy/#>. Acesso em: 12 de jan.2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Pai ou Responsável pelo estudante)

Pesquisa: "ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O USO DA TECNOLOGIA PARA APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA"

Prezado(a) Senhor(a), por meio deste termo, gostaríamos de informá-lo sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e solicitar apoio e participação do(a) seu(sua) filho(a) para a realização deste estudo.

Meu nome é Fernanda Ticianelli de Oliveira Doná, aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Bauru. Sou responsável por esta pesquisa que está sob a orientação da Professora Doutora. Denise Fernandes de Mello, professora da UNESP em Bauru.

Seu filho(a) está sendo convidado a participar dessa pesquisa e peço autorização para que ele participe. Quando estiver finalizada, teremos como produto educacional, um jogo digital contendo também atividades colaborativas, incluindo experimentos práticos e atividades escritas.

Para fazer este material, vou precisar que seu(a) filho(a) integre um grupo, formado pelos estudantes integrantes da mesma sala de aula, onde eles irão realizar o jogo e as atividades contidas nele. Essas atividades serão realizadas na própria escola, durante o período regular de aula e serão registrados por fotos e vídeos.

Todas as informações que o seu filho(a) nos disser, ficará sob minha responsabilidade. Tudo o que o seu filho(a) nos contar, ninguém irá saber que foi ele(a) que disse, pois, o verdadeiro nome dele(a) não aparecerá em momento nenhum, sendo destinadas somente para a elaboração do produto educacional. Se ele(a) não quiser falar sobre um determinado assunto ou participar de uma determinada atividade, não terá nenhum problema. Se isso acontecer, podemos interromper a atividade e continuar em outro momento ou não, se assim ele(a) quiser. Por outro lado, a participação do seu filho(a) poderá dar a ele(a) a oportunidade de participar de um processo de aprendizagem mais significativo e atrativo, por meio de diferentes estratégias de ensino-aprendizagem, que favorece o seu protagonismo e desenvolvem importantes habilidades e competências socioemocionais, as quais são fundamentais para o profissional do século XXI. Quando terminarmos essa pesquisa, o resultado-final poderá ser publicado em revistas e apresentados em congressos.

Durante essa pesquisa, apesar de mínimo, sempre há algum tipo de risco para os seus participantes, o estudante poderá ficar envergonhado ou desconfortável em participar, mas garantimos que todos os momentos serão supervisionados e caso algo ocorra me responsabilizarei com tais riscos, inclusive indenizatório, "nexo causal". Por isso, se em algum momento você perceber que seu filho(a) reclame de algo ou se sinta desconfortável, pode solicitar o encerramento dos registros bem como desistir de participar.

A participação do seu filho(a) só irá acontecer se ele(a) quiser e o Sr.(a) permitir. O Sr.(a) não terá que pagar nenhuma quantia em dinheiro para isso e



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru



também não receberá nenhuma quantia pela participação do seu filho(a). Seu(sua) filho(a) também poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer hora que quiser, mesmo que já tenha sido iniciada, sem problema nenhum e sem ser prejudicado(a) por isso.

Se o Sr.(a) concordar com a participação do seu filho(a) nessa pesquisa, peço que assine as duas vias deste documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo que receberá uma cópia assinada por mim e pela minha professora. Se tiver alguma dúvida, poderá nos perguntar, ligando ou mandando e-mail a qualquer momento, pelos números e e-mails logo abaixo.

Agradecemos a sua colaboração!

Após ter conhecimento sobre como meu (minha) filho(a) participará desta pesquisa, concordo com a sua participação, que decidi de livre e espontânea vontade.

Eu, _____, aceito que meu(minha) filho(a) participe desta pesquisa. Sei que o nome dele(dela) será mantido em segredo. Estou ciente que se o meu filho(a) não quiser mais participar da pesquisa, pode desistir sem qualquer problema para ele(a) ou para mim. Aceito também que tanto a imagem quanto as falas sejam gravadas em áudio, vídeo e fotografias. Recebi uma cópia deste documento, que se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e está assinada pela pesquisadora (Fernanda) e pela professora (Denise) e posso tirar dúvidas a qualquer momento sobre a pesquisa com elas. Em caso de dúvida sobre os aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar o CEP Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru. Telefone (14) 3103-9400. E-mail cepesquisa.fc@unesp.br

Instituição: Unesp / Bauru
Pesquisador responsável: Luciana Chiti Pinheiro
Contato: (14) 99767-1144
E-mail: f.dona@unesp.br
Orientador: Prof. Dr. Denise Fernandes de Mello
E-mail: denise.f.melo@unesp.com

Fernanda T. de Oliveira Doná – Pesquisadora

Responsável – participante da pesquisa

Prof. Dr. Denise Fernandes de Mello – orientadora

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(estudante)

Olá, estudante! Você é muito importante para nós! Por isso estamos te convidando para participar da pesquisa: "**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O USO DA TECNOLOGIA PARA APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA**". Esta pesquisa é organizada pela professora Denise Fernandes de Mello e pelo estudante Fernanda Ticianelli de Oliveira Doná, ambas da Universidade Estadual Paulista – Unesp e tem como objetivo elaborar estratégias que promovam uma educação de equidade e a aprendizagem colaborativa entre os estudantes e o desenvolvimento de competências fundamentais a vida em sociedade, favorecer o protagonismo estudantil e a formação de jovens autônomos e competentes.

Esta pesquisa vai acontecer da seguinte forma: iremos convidar você, seus colegas de classe e a professora para participar de cerca de 10 aulas, onde você irá participar de um jogo digital e interativo, que terá atividades colaborativas em grupos e experimentos práticos e, além disso, você também irá realizar atividades escritas e digitais. Essas serão algumas das etapas que necessitarão de sua participação:

- Entrevista inicial para coleta de dado;
- Avaliação diagnóstica prévia;
- Aplicação das atividades práticas;
- Questionário para avaliação do produto educacional;
- Atividade avaliativa final sobre o conteúdo trabalhado durante a aplicação do produto.

Esses momentos serão registrados em vídeos e fotografias.

Sabemos que talvez esta seja a primeira vez que você é convidada(o) a participar de uma pesquisa. Assim, é importante saber os riscos são mínimos, já que você pode se sentir envergonhado ou desconfortável em participar de



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru



alguma atividade. Se em algum momento você se sentir incomodado(a), pode nos procurar e dizer o que está acontecendo. Se você também não quiser participar por qualquer motivo, saiba que não haverá nenhum problema, basta comunicar para nós. É importante você saber que a sua participação irá contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem no Ensino Médio, pois, devido a necessidade da elaboração de aulas mais dinâmicas, diversificadas e interativas, com o uso de ferramentas tecnológicas e metodologias ativas, onde os alunos atue como protagonista no processo de ensino-aprendizagem, a fim de promover uma aprendizagem mais significativa. Todas as informações que a gente obtiver serão utilizadas para fins acadêmicos, ou seja, usadas na universidade.

Se você tiver alguma dúvida pode nos perguntar pessoalmente ou então pedir para algum de seus responsáveis ligar no seguinte telefone: Fernanda (14) 997062949; e em caso de dúvidas éticas, para os integrantes do Comitê de Ética na pesquisa - (14) 3103-9400

Todos os estudantes que forem participar da pesquisa receberão uma via deste documento. E caso você se interessou e queira participar, basta preencher os seus dados abaixo:

Declaração de assentimento meu nome é:

O responsável por mim se chama:

eu sou sujeito de direitos e por isso eu quero participar desta pesquisa.

APÊNDICE C- E-BOOK PARA O PROFESSOR (FASE 1 DO JOGO)



“Desvendando os Mistérios da Fotossíntese”

Jogo interativo com atividades investigativas e colaborativas sobre Fotossíntese.

Discente: Fernanda Ticianelli de Oliveira Doná

Orientadora: Profa. Dra. Denise Fernandes de Mello

Produto Educacional - Parte 2
Orientações para os professores

Objetivo: Este documento tem como visa orientar os professores na aplicação do jogo interativo.

1. Descrição do produto educacional

O produto educacional intitulado “Desvendando os Mistérios da Fotossíntese” consiste em um jogo virtual e interativo que foi desenvolvido pela própria pesquisadora com a utilização do Microsoft Powerpoint. Foi elaborado com objetivo de contribuir com a aprendizagem dos alunos do ensino médio sobre o conteúdo de Fotossíntese.

O jogo foi elaborado para ser trabalhado off line, a fim de facilitar sua utilização, já que muitas escolas não contam com conexão adequada com a internet. Ele pode ser salvo em um pendrive e transferido para computadores / notebooks. A conexão com a rede só é necessária para acessar dois links ao longo do jogo. No entanto, se isso não for possível, o professor pode salvar os textos em pendrive e deixar disponível nos equipamentos que serão utilizados ou pode imprimir e entregar uma cópia dos textos



para cada grupo.

O jogo é autoexplicativo e o aluno avança as etapas, por meio de hiperlinks dentro do programa, de acordo com os comandos do professor.

Ele está estruturado em duas fases, a fase 1 que consiste em uma introdução sobre a fotossíntese e a fase 2 que foca nos pigmentos fotossintetizantes. Ambas as fases são divididas em 6 etapas que contemplam a vivência pelos alunos das etapas do método científico:

- Etapa 1: Coleta de informações;
- Etapa 2: Levantamento de hipóteses;
- Etapa 3: Mão na massa – Testando as hipóteses (experimento prático);
- Etapa 4: Observação, análises e socialização;
- Etapa 5: Validação das hipóteses;
- Etapa 6: Aplicação dos conhecimentos.

O método científico consiste em um conjunto de normas básicas para a construção do conhecimento científico. Ele oferece ferramentas para serem utilizadas durante a pesquisa e a comprovação de um certo conhecimento, fornecendo os instrumentos essenciais para a realização de trabalhos científicos.

Os desafios propostos no jogo são constituídos por experimentos investigativos, privilegiando uma aprendizagem ativa pelos alunos, e também o trabalho em grupos colaborativos, para serem desenvolvidas durante as aulas de Biologia. Não é essencial o uso do laboratório para realização das atividades.

A escolha do tema "Fotossíntese" para a elaboração do jogo se justifica por ser um conteúdo no qual os professores julgam ser difícil de ensinar e os alunos apresentam dificuldade de compreensão, segundo as informações obtidas pelos questionários aplicados.

A fotossíntese é considerada um dos processos naturais mais importantes, do qual dependem a grande maioria dos seres vivos atuais depende, sendo fundamental à manutenção da vida no planeta. Além disso, exerce influência na composição atmosférica e no efeito estufa, ao absorver o gás carbônico (gás poluente) e liberar o oxigênio, estando relacionada ao clima global (Medeiros, et. al, 2009).

Os conteúdos envolvendo fotossíntese e respiração (metabolismos energéticos), fazem parte da Unidade Temática Matéria e Energia que está presente durante todo o Ensino Fundamental, em uma escala crescente de complexidade e, posteriormente, são aprofundados no Ensino Médio, permitindo maior contextualização e articulação com outras disciplinas, sendo a base fundamental para estudos sobre Ecologia e Sustentabilidades.

Segundo a bibliografia consultada, a Biologia apresentar muitos conceitos específicos, ou

seja, palavras novas que não fazem parte da realidade do aluno, o que gera muitas dúvidas durante as aulas e força os estudantes a desenvolverem um novo vocabulário. Isso também dificulta o andamento dos conteúdos, visto que os alunos têm dificuldade de memorizar esses novos conceitos, que precisam ser constantemente retomados.

Outra dificuldade está relacionada com os próprios conteúdos, já que muitos deles são de natureza microscópica, abstrata e complexa, dificultando a compreensão dos estudantes, pois são invisíveis e intocáveis, como é o caso dos metabolismos energéticos, onde o tema Fotossíntese é trabalhado. Além disso, o estudo da respiração e da fotossíntese têm uma dificuldade extra, sendo considerados temas muito difíceis de ensinar e aprender, pois apresentam um caráter interdisciplinar, envolvendo a compreensão de reações químicas e de moléculas orgânicas e inorgânicas, fato preocupante, já que respiração e fotossíntese são temas centrais para o estudo dos seres vivos e são pré-requisitos essenciais para o estudo da ecologia e conseqüente compreensão de temas como sustentabilidade e preservação ambiental.

2. Benefícios do produto educacional

Espera-se que com a aplicação deste produto, proporcionar uma estratégia mais interessante e atrativa, que facilite o ensino da Fotossíntese, auxiliando o trabalho do professor em sala de aula e buscando maior engajamento dos estudantes.

Este produto educacional visa engajar intelectualmente os alunos em práticas de ciências, privilegiando uma aprendizagem ativa por estes do conteúdo de Fotossíntese, fazendo observações, levantando e testando hipóteses, discutindo, refletindo e comunicando seus entendimentos. As atividades propostas no jogo, também visam o desenvolvimento de habilidades como empatia, autonomia e colaboração por meio dos grupos colaborativos.

Com isso, a aplicação do produto educacional possibilita o desenvolvimento de habilidades como: autonomia, raciocínio lógico, levantamento de hipóteses, resolução de problemas, capacidade de interação com os colegas, saber ouvir e respeitar a opinião do outro, tomar decisões em conjunto, entre outras.

Dessa Forma, espera-se que o ensino e a aprendizagem da Fotossíntese se tornem mais prazerosos e possam gerar uma aprendizagem realmente significativa.

3. Aplicação

O jogo é destinado a alunos do Ensino Médio, mas especificamente os da 1ª série. Porém, pode ser aplicada com todas as três séries.



Para aplicação, sugerimos a utilização de 4 aulas de 45 minutos para a fase 1 e 6 aulas de 45 minutos para a fase 2. Não é necessário todas as aulas no mesmo dia.

Sugerimos utilizar duas aulas para trabalhar até a fase 3 (mão na massa) e mais duas aulas para analisar os resultados do experimento e terminar as demais fases.

As atividades deverão ser realizadas em grupos de 2 a 4 alunos e cada grupo precisará de, pelo menos, um notebook ou netbook que tenha o aplicativo Microsoft Power Point instalado. Não é recomendado o uso do Power Point on line, pois os recursos e comandos do jogo ficam limitados. O jogo possui som, por isso deixe o volume dos dispositivos ativado.

Os comandos foram desenvolvidos para que aluno possa desenvolver as atividades com autonomia, sendo o professor o mediador da aula.

Antes de iniciar a aula, sugerimos explicar sobre o funcionamento do jogo e realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.

Em seguida, divida a classe em grupos de 2, 3 ou 4 alunos, dependendo da quantidade de estudantes da sala.

Para dividir os grupos, podem ser adotados alguns critérios, visando uma melhor aprendizagem dos estudantes.

Exemplos de critério:

- Ordem alfabética;
- Data de nascimento;
- Quantidade de letras do nome
- Sortelo, entre outros.

⇒ **Descrição das fases - Fase 1**

Etapa 1: Coleta de informações

Após a abertura do jogo e a interação inicial com os personagens, os alunos assistirão a uma animação com duração de 1:42 minutos com explicações teóricas sobre o conteúdo. Caso necessário, eles podem voltar e assistir novamente.

Oriente para que eles assistam com atenção e tomem nota, principalmente da reação da fotossíntese, pois precisarão desses conceitos para avançar para as próximas fases.

Quando terminarem de assistir, eles podem avançar. Cada grupo pode avançar no seu ritmo nessa etapa.

Etapa 2: Levantamento de hipóteses

Com base no conteúdo apresentado na animação, os alunos devem, em grupo, discutir e levantar duas hipóteses, uma para cada questão problema apresentada:

1- Como a variação na quantidade de luz solar disponível para as plantas pode influenciar na quantidade de glicose produzida durante a fotossíntese?

2- Se houver mais gás carbônico (CO₂) disponível no ambiente, é possível que as plantas produzam mais glicose? Explique.

A hipótese 1 está relacionada ao papel da luz solar no processo de fotossíntese e a hipótese 2 ao papel do gás carbônico.

Em ambas as hipóteses, espera-se que os alunos respondam as perguntas de forma afirmativa, visto que quanto maior a quantidade de luz solar, mais fonte de energia haverá para a realização de fotossíntese e quanto mais gás carbônico, mais matéria-prima disponível para que a reação química aconteça.

OBS: Peça que os alunos anotem as respostas no caderno, pois irão precisar delas mais adiante.

Etapa 3: Mão na massa - Testando as hipóteses

Para realizar o experimento, devem ser distribuídas a função de cada aluno dentro do grupo. Para isso, pode-se usar os mesmos critérios sugeridos no item anterior. Exemplo:

- O líder será o aluno cujo nome seria o primeiro por ordem alfabética e assim por diante.
- O líder será o aluno cuja data de nascimento é a mais próxima do início do ano.

Após a formação dos grupos, será feita a divisão de tarefas entre os integrantes, seguindo as funções abaixo:

- Líder: organiza as ações do grupo e media os conflitos.
- Redator / controlador do tempo: anota o que está sendo feito pelo grupo e controla o tempo de execução das etapas.
- Instrumentista: separa os materiais e reagentes.
- Executor: realiza as ações conforme as orientações.

Para grupo com 3 alunos, o líder pode desenvolver também a função de redator e para grupos com 2 alunos, o instrumentista também desenvolverá a função de executor.

Em seguida, o professor organizará a ordem em que os alunos irão retirar os materiais (que deverão estar em uma bancada separada).

Assim que os alunos retirarem os materiais (segundo a lista de materiais descrita no jogo (no segundo slide da etapa 3), o grupo pode avançar e começar o experimento seguindo as orientações contidas nas próximas telas. É interessante ficar atento ao tempo, pois o experimento demora cerca de 30 minutos para se realizado.

Observações:

- No passo 2, o objetivo é testar a hipótese 2, relacionada ao papel do gás carbônico durante a fotossíntese. Para isso, os alunos terão que escolher um dos sais disponíveis (bicarbonato de sódio ou sulfato de cobre). Organize uma quantidade suficiente de cada sal em béckers menores e identificados e deixe a fórmula química anotada neles, para que os alunos possam comparar os átomos presentes nos sais com os elementos utilizados na reação química da fotossíntese. Espera-se que eles escolham o bicarbonato de sódio, que contém carbono e oxigênio, átomos que irão formar o gás carbônico.
- Peça que os grupos identifiquem cada béquer com o nome dos integrantes ou nome do grupo e se há a presença do sal ou não, utilizando uma caneta que escreva em vidro ou etiquetas.
- No passo 3, os alunos deverão montar o sistema conforme a figura na tela do jogo. É importante que não reste bolha de ar no tubo de ensaio, pois este irá aprisionar o oxigênio produzido durante a fotossíntese. Deixe que os alunos procurem solucionar o problema da montagem do sistema e, auxilie quando necessário.
- A planta elódea é facilmente encontrada em lojas que vendem produtos para aquários e custa em torno de 5 reais cada maço. Com um maço é possível montar 4 sistemas, colocando um ramo de elódea em cada béquer.
- No passo 4, os alunos irão testar a hipótese 1, relacionada a influência da luz solar na fotossíntese. Para isso, eles deverão escolher dois locais com diferentes luminosidades, como por exemplo: na janela onde bate sol direto, em uma prateleira com claridade indireta, dentro do armário onde não há luz solar. Em cada local deverá ser colocado um béquer com água pura e um béquer com o sal diluído, a fim de comparar a influência da composição química do sal no processo de fotossíntese.

Atenção: Após o encerramento da etapa 3, ou seja, após a conclusão do experimento, peça para que os alunos **NÃO** avancem de fase, pois o experimento precisa de pelo menos 24 horas para permitir uma boa visualização dos resultados.

Na próxima aula, peça que os alunos iniciem o jogo a partir do slide 2, que irá fazer o direcionamento para a etapa 4. Antes de iniciar, converse com os alunos, a fim de detectar e sanar as dúvidas.



Correção:

1- Qual gás foi formado durante o experimento? Justifique.

Resposta esperada: Foi formado oxigênio, pois é o gás produzido durante a fotossíntese.

2- Qual reação química foi observada neste experimento? Por quê?

Resposta esperada: Fotossíntese, pois é uma reação química que as plantas realizam na presença de luz solar.

3- Em qual dos ambientes escolhidos houve **maior** produção de gás? Como você explica esse resultado?

Resposta esperada: Nos ambientes mais iluminados, pois a luz solar é a fonte de energia necessária para que a fotossíntese ocorra. Sendo assim, quanto mais luz, maior a taxa de fotossíntese e maior a produção de oxigênio.

4- Em qual dos ambientes escolhidos houve **menor** produção de gás? Como você explica esse resultado?

Resposta esperada: Nos ambientes com menor disponibilidade de luz, pois quanto menos luz solar, menor será a taxa de fotossíntese, já que haverá menos energia disponível para que a reação química aconteça.

5- Compare os béquers que estavam no mesmo ambiente, onde um continha o sal diluído e o outro não e responda: onde houve maior formação de gás? Como você explica esse resultado?

Resposta esperada: Nos béquers que continham bicarbonato de sódio dissolvido haverá maior disponibilidade de gás carbônico na água e, conseqüentemente, mais matéria-prima para a realização da fotossíntese. Sendo assim, quanto maior a taxa de fotossíntese, maior a produção de oxigênio. No caso dos béquers que continuam sulfato de cobre, a produção de gás será menor ou igual, pois esse sal não exerce influência direta sobre o processo de fotossíntese.

6- Podemos dizer que nos béquers com maior produção de gás também houve maior produção de glicose? Justifique sua resposta.

Resposta esperada: Sim, pois oxigênio e glicose são substâncias produzidas durante a fotossíntese. Sendo assim, quanto maior a produção de oxigênio, maior também será a produção de glicose.

Etapa 5: Validando as hipóteses

Etapa 4: Observação análise e socialização

Após cada grupo retirar seus béquers dos locais escolhidos, podem iniciar a etapa 4. Nessa etapa, eles terão 5 minutos para discutir entre eles sobre o que aconteceu em cada béquer.

Em seguida, cada grupo terá de 5 a 10 minutos para apresentar seus resultados e conclusões para a turma. Nesse momento, os demais alunos podem fazer perguntas e comentar os resultados obtidos pelos outros grupos, sempre com a mediação do professor.

Espera-se que os béquers que estavam em locais mais iluminados apresentam maior formação de bolhas de oxigênio, tanto no funil quanto no interior do tubo de ensaio. Espera-se também que os béquers onde há bicarbonato de sódio dissolvido também apresentem mais bolhas.

Isso acontece, pois, a luz solar é a fonte de energia necessária para que as reações químicas da fotossíntese ocorram. Sendo assim, quanto mais luz, maior a taxa de fotossíntese e maior será a produção de oxigênio e de glicose (hipótese 1).

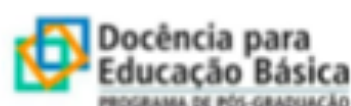
Já nos béquers onde há o bicarbonato de sódio dissolvido haverá maior disponibilidade de gás carbônico na água e, conseqüentemente, mais matéria prima para a realização da fotossíntese. Sendo assim, quanto maior a taxa de fotossíntese, maior a produção de oxigênio e glicose (hipótese 2).

OBS: caso perceba algum comentário equivocado dos alunos, o professor deve intervir e fazê-los refletir até que elaborem uma melhor resposta. Não forneça as respostas prontas.

Após a socialização, cada grupo terá até 15 minutos para responder seis perguntas tendo por base o que foi discutido com a turma. Peça para que, quando terminarem de responder, NÃO avancem para a etapa 5.

Quando todos terminarem, o professor fará a correção das respostas oralmente com a participação dos alunos que se sentirem a vontade para falar. Estimule para que, pelo menos um aluno de cada grupo participe. Estabeleça um tempo de até 10 minutos para a correção.

OBS: Em caso de respostas equivocadas, pergunte se algum aluno respondeu diferente e estimule que os alunos discutam entre si até chegarem a solução esperada.



Após a correção, os alunos podem avançar para a etapa 5. Nesta etapa, eles irão retomar as hipóteses formuladas para verificar se foram validadas ou não de acordo com os resultados do experimento.

Para isso, precisarão responder as duas perguntas:

1- Os resultados validam ou não a hipótese 1? Por quê?

Resposta esperada: A resposta vai variar de acordo com as hipóteses, por isso é importante verificar o que cada grupo respondeu. Para os grupos cuja hipótese dizia que a luz solar influencia no processo de fotossíntese, a hipótese será validada.

2- Os resultados validam ou não a hipótese 2? Por quê?

Resposta esperada: A resposta vai variar de acordo com as hipóteses, por isso é importante verificar o que cada grupo respondeu. Para os grupos que responderam que a quantidade de gás carbônico disponível influencia no processo de fotossíntese, a hipótese será validada.

Atenção: Peça para que, quando terminarem, NÃO avancem para a próxima etapa.

Após todos terminarem de responder, peça para que os grupos socializem as respostas. O professor deve fazer as intervenções caso necessário. Terminada a correção os grupos podem avançar para a próxima etapa.

Etapa 6: Aplicando os conhecimentos.

Nessa etapa os grupos poderão ficar livres para avançar conforme forem respondendo as atividades. Lembrando que o tempo de realização dessa etapa é de 10 minutos.

As atividades consistem de dois testes e uma resposta discursiva.

Caso respondam os testes de forma equivocada, eles terão a opção de retornar e tentar de novo. O conteúdo dos testes consiste em uma revisão dos conceitos trabalhados até o momento.

A resposta discursiva é uma atividade contextualizada sobre a venda de créditos de carbono. Caso os alunos precisem de informações para responder a pergunta, há um botão "saiba mais" que gera um link para um texto informativo. Para que o link funcione, é preciso conexão com a internet. Se necessário, o professor também pode fazer uma explicação sobre o tema.

Peça para que, quando terminarem, NÃO avancem para a próxima etapa, ou seja,



para a fase 2. Quando os alunos acabarem, proponha um momento de discussão, já que esse tema é abrangente e atual. Pode ser em forma de roda de conversa ou debate. Estimule a participação dos alunos.

Em seguida, verifique se os alunos possuem alguma dúvida antes de avançar para a fase 2, que será realizada na próxima aula.

Bom trabalho!!!

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (ESTUDANTES)

Diagnóstico Inicial - Entrevista com os alunos

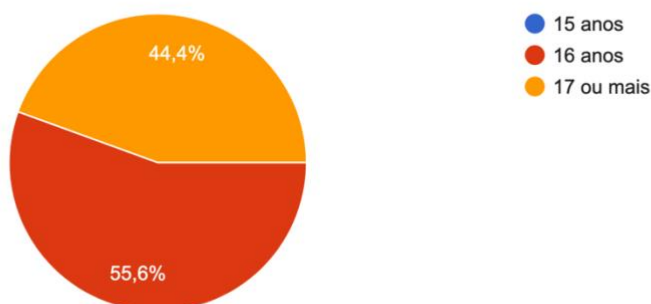
Prezado estudante, você contribuirá muito ao responder este formulário com a pesquisa que estou desenvolvendo e com as atividades a serem realizadas em sala de aula. Seu nome não será divulgado, nem suas respostas. Obrigada pela colaboração!

1. Nome

9 respostas

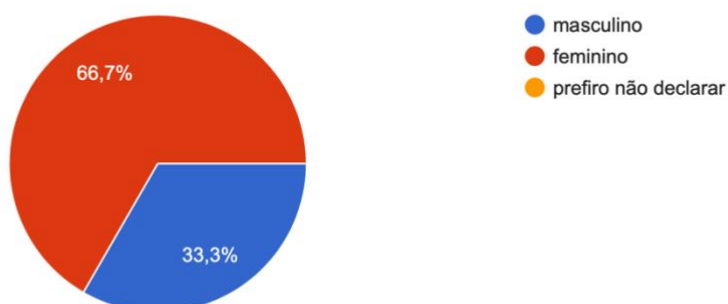
2. Idade

9 respostas



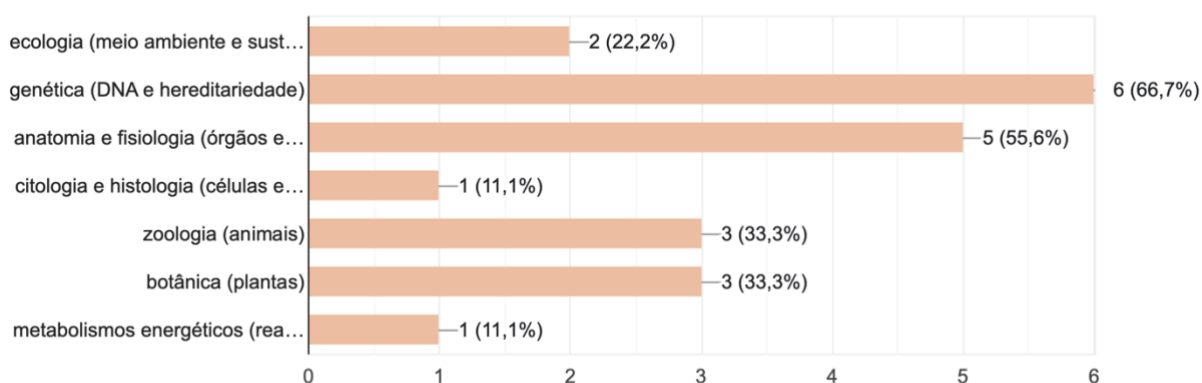
3. Sexo biológico

9 respostas

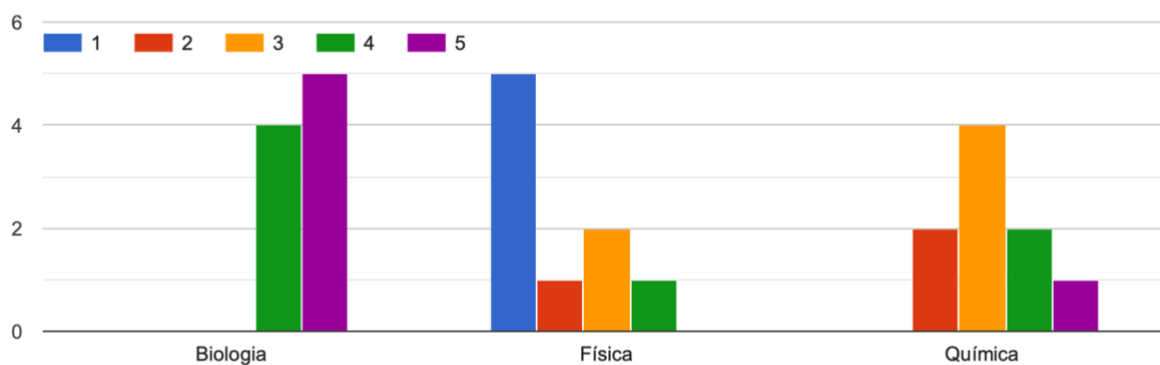


4. Na Biologia, quais conteúdos você mais se interessa?

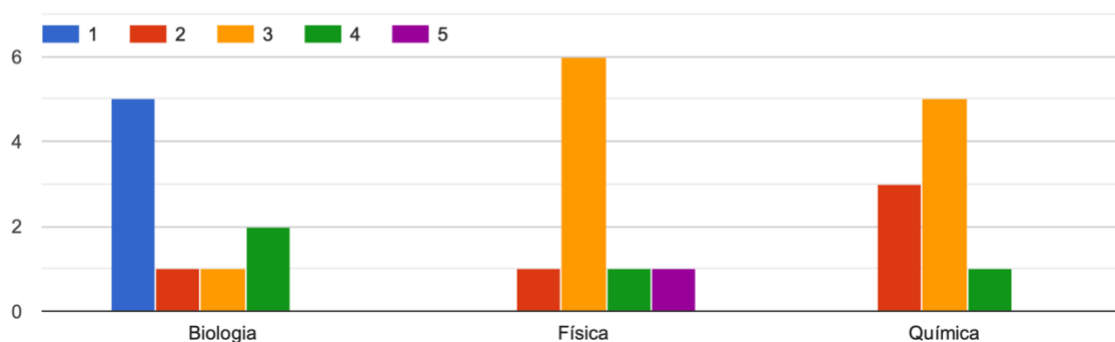
9 respostas



5. Dentre as Ciências da Natureza, atribua uma nota de 1 a 5, de acordo com seu interesse, sendo 1 quase nenhum interesse e 5 muito interesse.

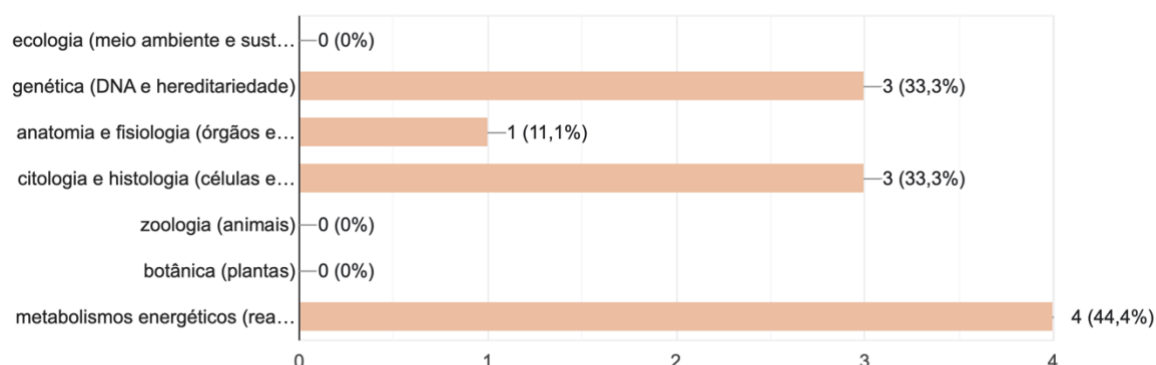


6. Dentre as Ciências da Natureza, atribua uma nota de 1 a 5, de acordo com suas dificuldade, sendo 1 pouca ou nenhuma dificuldade e 5 muita dificuldade.



7. Quais conteúdos específicos de Biologia, você tem mais dificuldade de aprendizagem?

9 respostas



8. A que você associa essas dificuldades?

9 respostas

Matemática

procrastinação

Não possuo

Não tenho dificuldade em nenhum.

Por conta da nomenclatura

Algo que expande muita coisa, contém pensamento lógico e muitos cálculos.

Prestar mas atenção nas aulas e tentar entender mas os conteúdos

Minhas doenças psicológicas que dificultam a minhas concentração nas aulas

Cálculos e um pouco de raciocínio lógico

9. O que você sabe sobre fotossíntese?

9 respostas

O que a planta faz nós respirar

as plantas pegam gás carbono e liberam oxigênio (Djovanna)

Fotossíntese é um processo em que a planta produz seu próprio alimento por meio de luz do sol, água e CO₂.

O processo das plantas em transformar carbono em oxigênio.

É um processo realizado pelas plantas para a produção de energia

Inclui mais a Área das plantas, onde elas se alimentam de água e do sol, como se fizessem seu próprio alimento

É um processo realizado pelas plantas para a produção de energia necessária pra sobrevivência. Água e os sais minerais são retirados do solo através da raiz da planta.eu acho que e isso

É o processo de alimentação das plantas

Que é o processo de alimentação das plantas, onde acontece a produção de glicose e O₂.

10. O que você sabe sobre cadeias e teias alimentares?

9 respostas

Que eles precisam se alimentar pra sobreviver

um animal se alimenta do outro ajudando no equilíbrio

Cadeias alimentares são onde os seres primários produzem seu próprio alimento e o secundário se alimenta dele, seguindo um ciclo alimentar.

É uma hierarquia do mundo animal e/ou biológico onde um animal DEVE comer o outro, assim sucessivamente.

É formada por produtores e consumidores que se alimentão um do outro

É um ciclo da vida animal, onde cada um se alimenta de outros

Cadeia alimentar é o percurso da transferência de matéria e energia quando um ser serve de alimento para o outro.

A teia alimentar representa as relações entre as diferentes cadeias, que se complementam e ajudam a equilibrar o meio ambiente. Eu acho que e isso

Cada animal tem seu local na cadeia e alimentar/ que é o modo como os animais se alimentam

Cadeias alimentares são uma herarquia onde o maior sempre se alimenta do menor.

11. Na sua opinião, por que você considera importante entender o processo de fotossíntese, além de ser um requisito para ser aprovado no Ensino Médio?

9 respostas

Por que e sobre a vida

não sei porque é importante, no mínimo interessante mas não é para tanto

Interessante, porém poderíamos aprender algo mais avançado sobre o assunto.

Para diminuirmos a poluição, para não sobrecarregar elas.

É importante saber para o cuidado das plantas e pra que elas servem

É interessante saber sobre, pois gera um conhecimento melhor para sabermos gerenciar adequadamente o processo de fotossíntese

é uma das principais fontes de energia da natureza não só para os vegetais, mas para vários outros seres vivos.

Em minha opinião pessoal apenas quem iria se formar nesse assunto deveria estudar afundo essa matéria

Pelo conhecimento em geral, para sabermos como o organismo das plantas funciona.

12. Na sua opinião, por que você considera importante entender sobre cadeias e teias alimentares, além de ser um requisito para ser aprovado no Ensino Médio?

9 respostas

Pq e um meio de obter alimentação

entender o porque o desaparecimento de espécies é perigoso

Interessante, porém poderíamos aprender algo mais avançado sobre o assunto.

Entender um pouco melhor o sistema biológico que a gente está.

Para saber qual o animal que se alimenta e o que produz

Seria a mesma resposta acima. É um pouco difícil explicar sobre, mas se pegarmos para estudar, abre um pouco a mente e você consegue gerir muitas coisas

através dela os seres obtêm os nutrientes de que necessitam para o seu desenvolvimento e sobrevivência, a partir do consumo alimentar de outros seres.

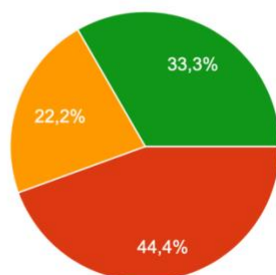
Em minha opinião pessoal apenas quem iria se formar nesse assunto deveria estar afundo essa matéria

Para entendermos como a alimentação dos seres vivos pode também nos afetar de forma positiva quanto negativa.

13. Responda as questões a seguir, em relação aos experimentos realizados nas aulas de Biologia:

13. a) Em relação aos experimentos nas aulas de Biologia:

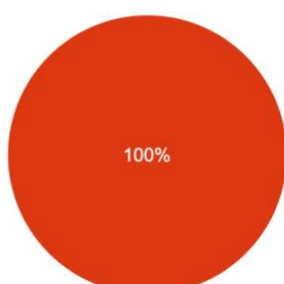
9 respostas



- Não são realizados experimentos.
- Os experimentos são realizados pelos alunos divididos em grupos.
- Os experimentos são realizados de forma individual.
- O professor realiza e mostra o experimento para a sala toda.

13. b) Onde os experimentos são realizados?

9 respostas



- Não realizo experimentos.
- Os experimentos são realizados no laboratório.
- Os experimentos são realizados na sala de aula.
- Os experimentos são realizados em outro local da escola.


13. c) Com qual frequência você realizava os experimentos?

9 respostas



13. d) Cite 2 ou mais experimentos que foram realizados que você se lembra.

9 respostas

Dna  do morango, método científico

genética do morango, método científico, escavação do cookie

Genética do morango, método Científico e escavação do cookie.

Extração do DNA do morango/ método científico(demonstração prática).

Extração de DNA e Fósseis

Extração de DNA, escavação do cookie, observando células

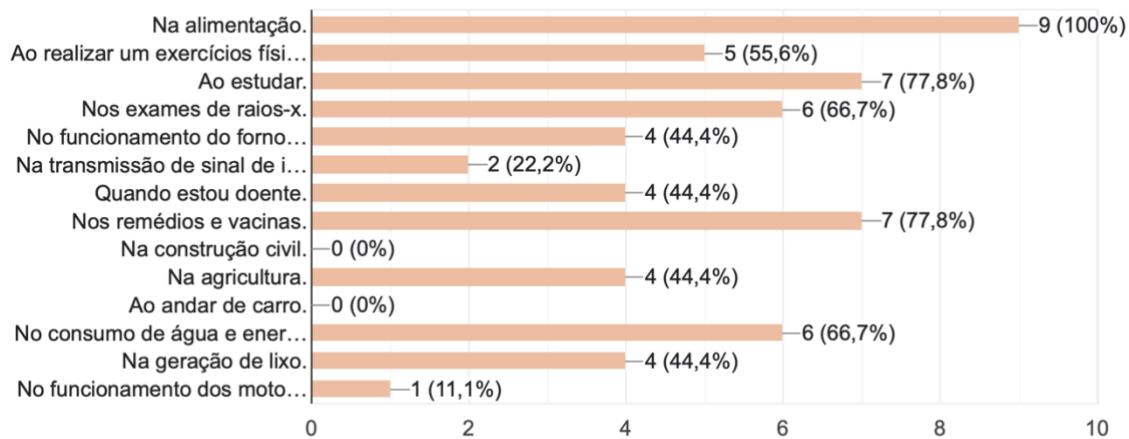
Dedo mágico do orégano, só lembro desse.

Vimos como são as coisas pelo estetoscópio/e também fizemos o DNA do morango

Genética dos morango e cultura de bactérias

14. Selecione os exemplos abaixo onde há conhecimentos de Biologia envolvidos no seu dia a dia?

9 respostas



APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (PROFESSORES)

Diagnóstico Inicial - Entrevista com os professores

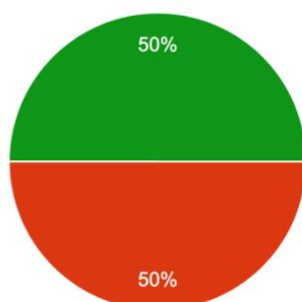
Prezado professor, ao responder esse formulário, você contribuirá muito com o desenvolvimento da pesquisa de meu mestrado profissional, e com a elaboração das atividades que contribuirão para melhor aprendizagem das Ciências da Natureza pelos alunos. Seu nome não será divulgado, nem suas respostas. Obrigada pela colaboração! Prof. Fernanda Ticianelli de Oliveira Doná

1- Nome

2 respostas

2- Idade

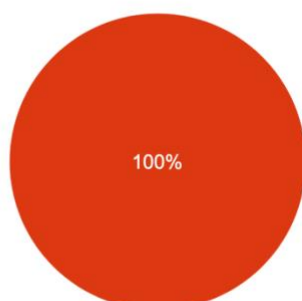
2 respostas



- Entre 20 e 30 anos
- Entre 31 e 40 anos
- Entre 41 e 50 anos
- Mais de 50 anos

3- Sexo biológico

2 respostas



- masculino
- feminino
- prefiro não declarar

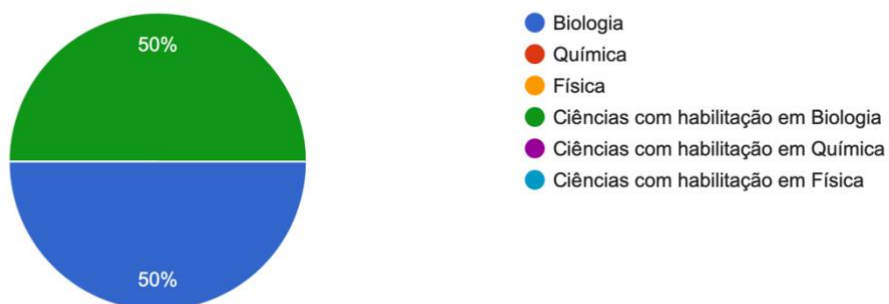
4- Qual seu tempo de magistério?

2 respostas



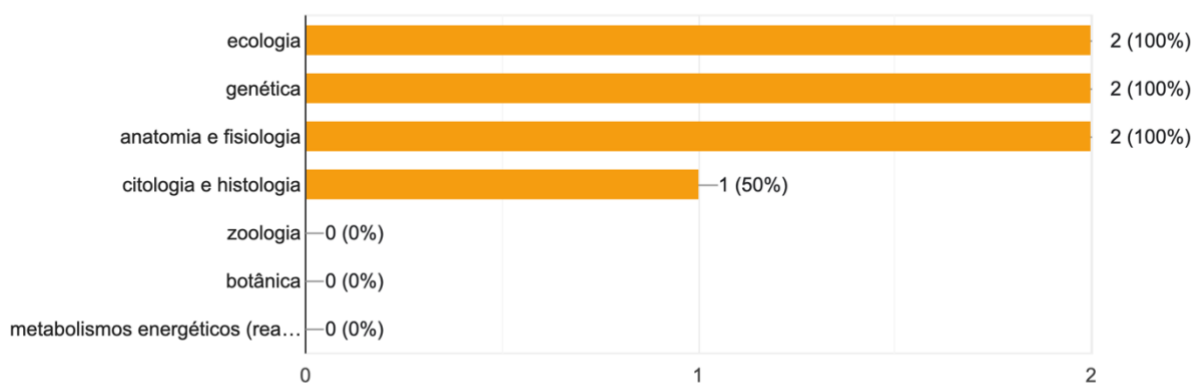
5- Qual sua formação acadêmica?

2 respostas



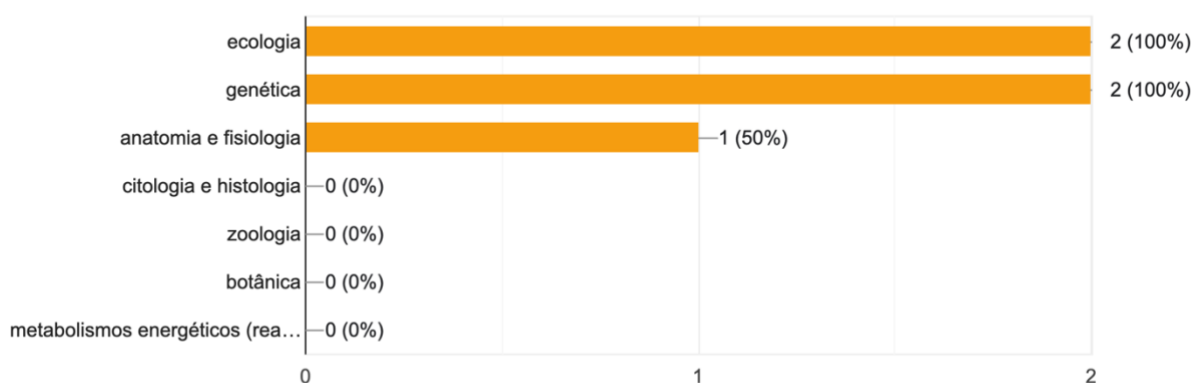
6- Quais conteúdos da Biologia você considera mais relevantes de serem abordados?

2 respostas



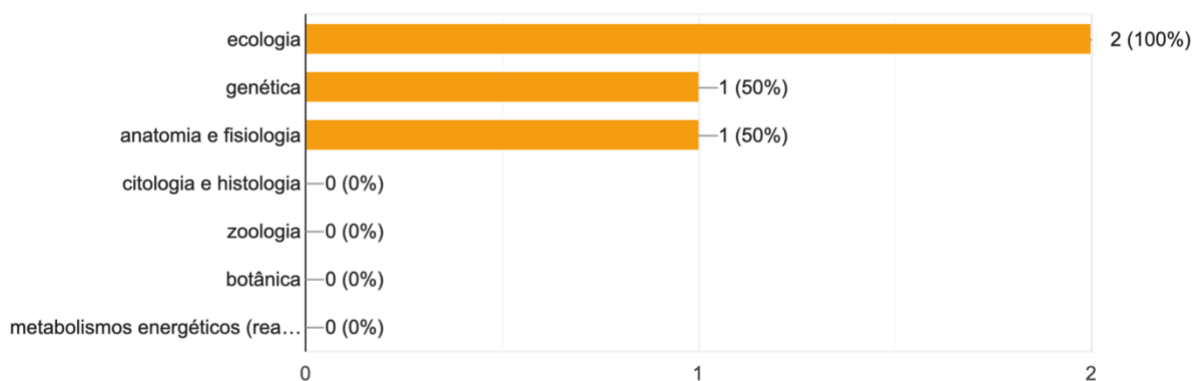
7- Quais conteúdos de Biologia você prefere ministrar?

2 respostas



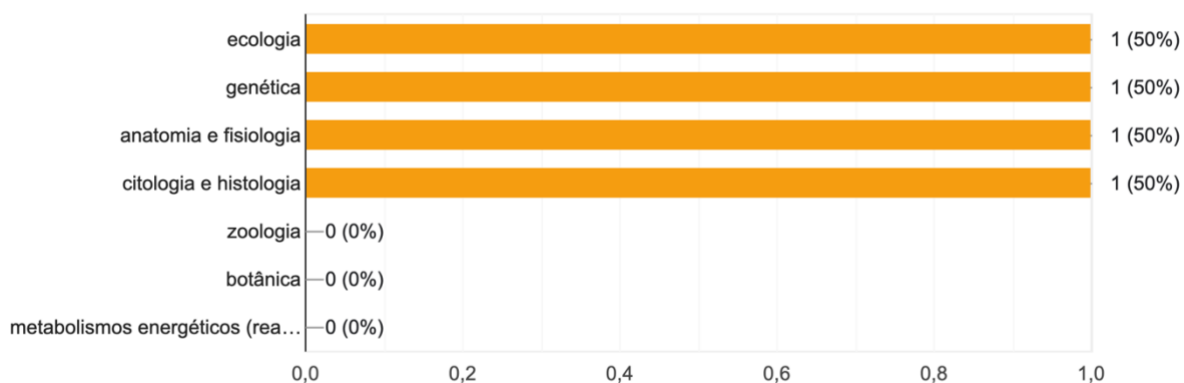
8- Quais conhecimentos de Biologia os alunos tem mais facilidade de aprendizagem?

2 respostas



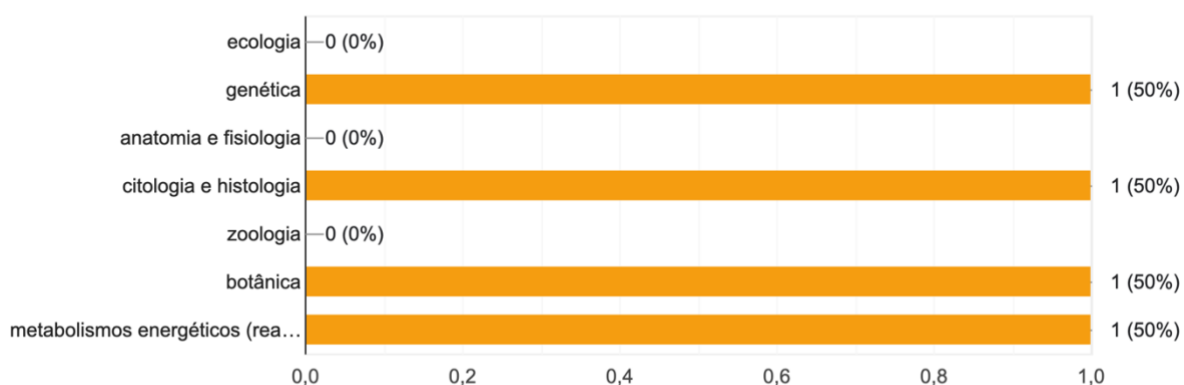
9- Quais conhecimentos de Biologia os alunos tem mais interesse?

2 respostas



10- Na Biologia, quais conteúdos você considera que os alunos apresentam mais dificuldade?

2 respostas



11- A que você associa essas dificuldades?

2 respostas

Muitas nomenclaturas difíceis de serem assimiladas.

O envolvimento da matemática.

12- Por que você considera importante o ensino de fotossíntese?

2 respostas

Porque é essencial para existência da vida. Co

Por que sem ela não existiria vida

13- Por que você considera importante o ensino das cadeias e teias alimentares?

2 respostas

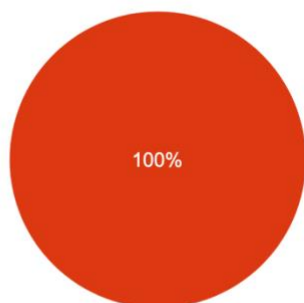
Porque Considero importante os alunos aprenderem sobre fluxo de energia.

Para associarem ao fluxo de energia entre os seres vivos

14- Em relação a realização de experimentos durante as aulas, responda as questões a seguir:

14. a) Como os experimentos são realizados?

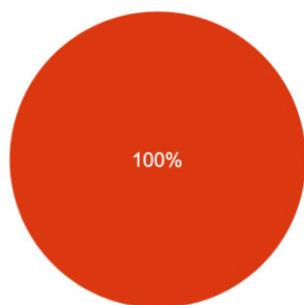
2 respostas



- Não costumo realizar experimentos.
- Os experimentos são realizados pelos alunos em grupo.
- O professor realiza os experimentos.

14. b) Onde os experimentos são realizados?

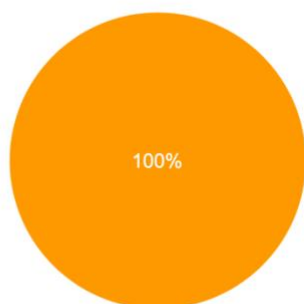
2 respostas



- Não costumo realizar experimentos.
- Os experimentos são realizados no laboratório.
- Os experimentos são realizados na sala de aula.
- Em outro local da escola.

14. c) Com qual frequência você realiza os experimentos?

2 respostas



- Não costumo realizar experimentos.
- Uma ou mais vezes por semana.
- Uma ou duas vezes por mês.
- De uma a quatro vezes por semestre.
- Quase não realizo.

14. d) Cite 3 ou mais experimentos que você em geral realiza.

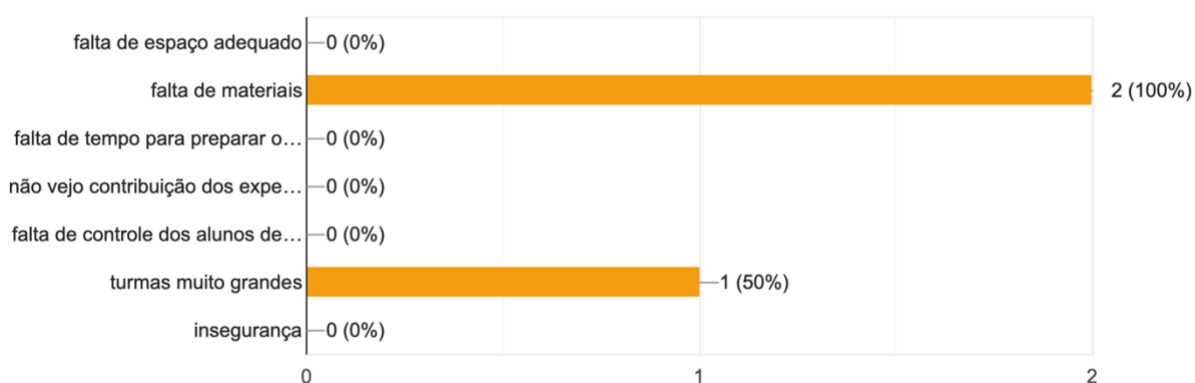
2 respostas

Observação de célula, extração de DNA e fermentação.

Extração de DNA
Observação de células
Fósseis

14. e) Quais as maiores dificuldades para a realização das atividades experimentais?

2 respostas



15- Na sua experiência, os alunos conseguem perceber a importância de estudar/entender Biologia? Em caso afirmativo, a que eles associam essa importância?

2 respostas

Percebo que os alunos se interessam bastante por determinados assuntos como por exemplo origem da vida, cruzamentos genéticos que os mesmos se identificam.

Associam a vida e sua criação

16- Na sua opinião, os alunos conseguem relacionar os conteúdos aprendidos com fatos do cotidiano? Se sim, exemplifique quais seriam esses fatos?

2 respostas

SIM, na maioria das vezes relaciono o conteúdo com questões do dia a dia como por exemplo no caso da eutrofização associar com nosso Rio Tietê em Sabino que as águas ficam com uma coloração verde e fétida devido a poluição.

Sempre, pois é mais fácil a compreensão já que em determinados assuntos usa-se nomenclaturas difíceis de se compreender. Uso um exemplo para compreenderem as sequência do DNA associando Adenina Timina as iniciais do cantor Agnaldo Timóteo e Citosina e Guanina a cantora Gal Costa

Outros Comentários. Escreva abaixo outros comentários que você julga relevante sobre os temas abordados.

2 respostas

Acho que se relacionarmos sempre os conteúdos trabalhados com o cotidianos fica muito melhor para o aprendizado dos alunos.

Nada a abordar.

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FASE 1 (ESTUDANTES)

Formulário de Avaliação do Produto Educacional ✕ *- Estudantes (Fase 1)*

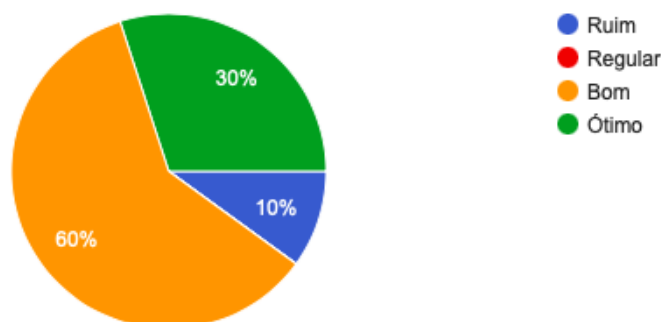
Objetivo: avaliar a aplicabilidade da produto educacional (jogo interativo) para possíveis melhorias.

Suas respostas são muito importantes para nós!

LAYOUT DO PRODUTO

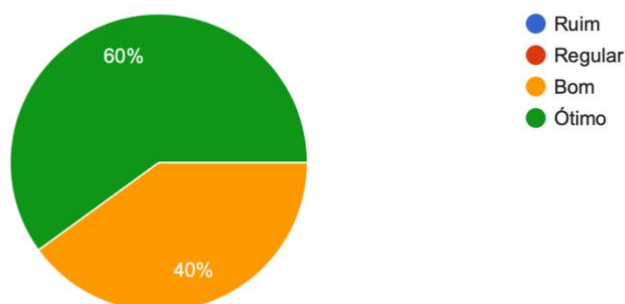
1- O que você achou do layout do produto (cores, desenhos, animações, organização dos slides, parte gráfica)?

10 respostas



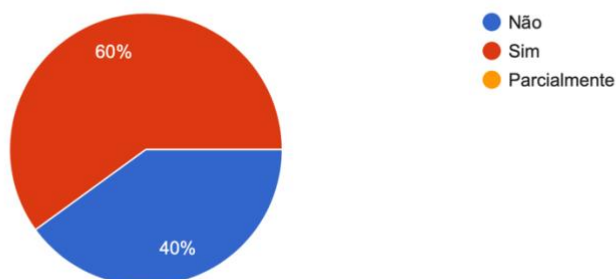
2- O tamanho e as cores das letras estavam adequados, permitindo uma boa leitura e visualização?

10 respostas



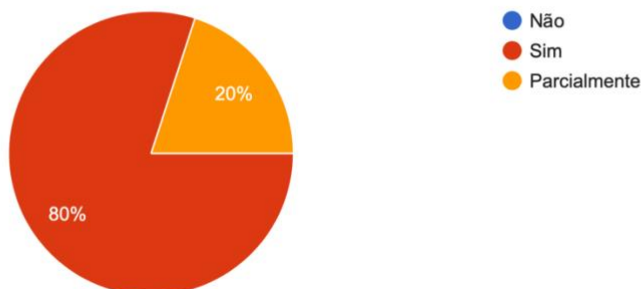
3- Os comandos e orientações foram encontrados facilmente?

10 respostas



4- O layout ajudou a motivar você a utilizar o produto?

10 respostas



5- Há algum comentário que você queira acrescentar sobre o layout?

10 respostas

Está bom 😊

Acho que deveria ser escrito em forma html, css e JavaScript que é a linguagem de programação.

Seria mais trabalhoso, mas ficaria muito bom o jeito de mexer, o layout e até o peso do jogo.

O design do jogo deveria ser pensado um pouco mais, pois até que são legais os dinossauros, porém mesmo sendo um animal não fez muito sentido com o assunto. Obrigado!

Não. Eu achei que ficou ótimo, você se diverte e aprende demais

nada a dizer

Não

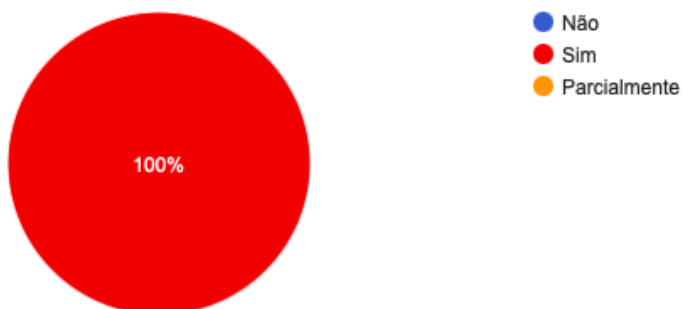
Se possível colocar alguns efeitos sonoros

Achei muito bom, nada a reclamar

UTILIZAÇÃO DO PRODUTO

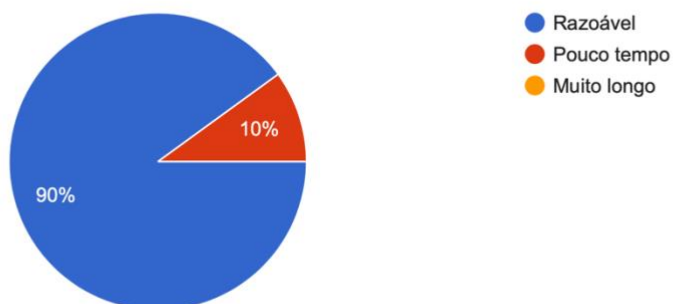
1- As orientações e comandos mostrados durante o jogo estavam claros?

10 respostas



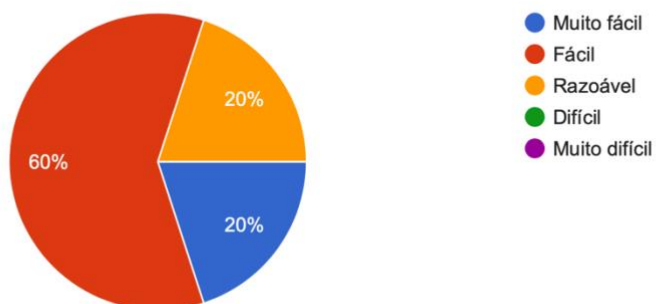
2- O que você achou sobre o tempo de duração dessa primeira atividade?

10 respostas



3- Como foi a utilização do produto?

10 respostas



4- Você teve dúvidas durante a utilização do produto? Se sim, quais foram suas dúvidas?

10 respostas

Não

Nenhuma dúvida.

Não.

não

5- Você gostaria de acrescentar algo mais sobre a utilização do produto?

10 respostas

Está bom 😊

Não

Deveria criar uma logo bonita para a cara do jogo. E além disso usar(como já disse antes) a programação, para no caso: guardar o nome do usuário e depois mostrar diante das perguntas e práticas do jogo.

Não

não

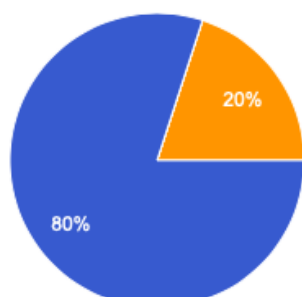
Nada a declarar

EXPERIÊNCIA AO UTILIZAR O PRODUTO

1- a) Como foi seu engajamento em relação a utilização do produto?

 Copiar

10 respostas



- Tive um bom engajamento e participei ativamente
- Não tive um bom engajamento e não participei ativamente
- Meu engajamento e participação foram parciais.

1- b) Justifique sua resposta da questão anterior.

10 respostas

Fiz as atividades e não tive dúvidas

Gostei das atividades práticas muito mesmo. E as perguntas eram diretas e fizeram-me pensar muito e raciocinar bem, mesmo sendo perguntas razoavelmente fáceis.

As atividades práticas foram incríveis, experiência única, com um aprendizado incrível com as perguntas.

foi divertido

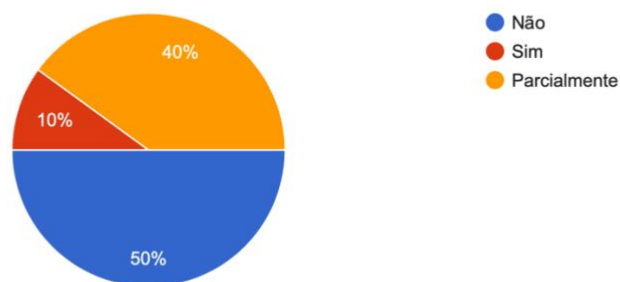
Não participei muito nas conversas, eu ajudei um pouco a fazer a experiência.

Eu acabei faltando em uma das aula estão acabei perdendo

Foi muito fácil o uso

2- As atividades propostas foram desafiadoras?

10 respostas



3- O que você mais gostou neste produto?

10 respostas

A proposta de ensino

A prática!!!

As animações.

interativo

Todos, mas ver o resultado foi o melhor.

A experiência

Tudo

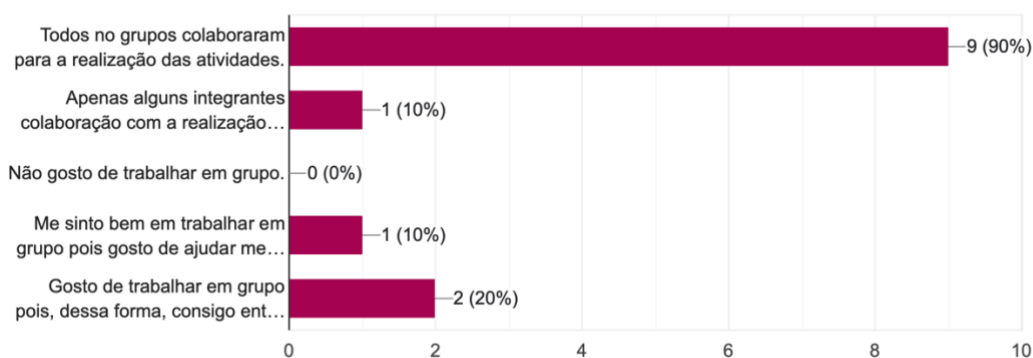
4- O que você menos gostou e mudaria neste produto?

10 respostas

Pra mim não precisa mudar nada
Nada
O layout e o meio de acesso, que podia ser acessado por um app próprio.
não sei dizer
Nada
Gostei de tudo

5- Como foi trabalhar em grupo?

10 respostas



6- Conte um pouco como foi sua experiência ao utilizar o produto.

10 respostas

Divertida e inovadora
Foi ótimo! As atividades dissertativas, racionais e práticas foram ótimas!
Achei incrível, nunca havia participado de algo assim. A interação foi perfeita.
relaxante
Foi uma experiência incrível, eu realmente amei mexer nas coisas junto com meu grupo...
Foi uma experiência divertida e diferença
Muito boa e criativa

APRENDIZAGEM

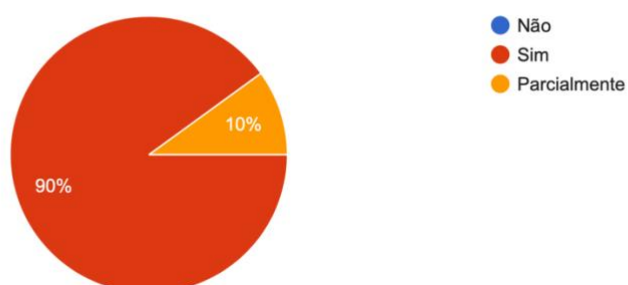
1- O conteúdo é mostrado de forma clara durante a utilização do produto?

10 respostas



2- O produto educacional facilitou sua aprendizagem em relação as aulas tradicionais?

10 respostas



3- Cite os motivos que mais contribuíram (ou não) para facilitar sua aprendizagem:

10 respostas

A dinâmica ajuda bastante na aprendizagem

A prática, pois a visibilidade ajudou a assimilar o conteúdo. O local também influenciou muito bem, é mais calmo e nos sentimos bem.

O que mais facilitou foi as atividades práticas por meio do produto interativo com questões

a aula prática

Atenção eo foco, agente prestou bastante atenção na professora falando, e focamos na nossas atividades.

A maneira que foi feito que diferenciou o estilo de ensino foi incrível

Dificuldade a meu próprio respeito

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há algo mais que você gostaria de acrescentar sobre o produto (ou sobre sua experiência em utilizá-lo) que possa contribuir com melhorias?

10 respostas

Está bom e divertido, principalmente para fazer em grupos 😊

Não, só tenho a agradecer.

Nao

não

Nada a declarar

Não

Nada a melhorar, muito bom e criativo

MUITO OBRIGADA POR SUA PARTICIPAÇÃO!!!

APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO (PROFESSORA)

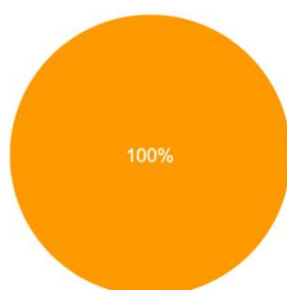
Formulário para Professor: Aplicação do Produto Educacional - Fase 1

Objetivo: avaliar a eficácia do produto educacional, a participação e o engajamentos dos estudantes durante a aplicação.

Suas respostas são muito importantes para nós! **Desde já muito obrigada por sua ajuda e participação!**

1- Os alunos participaram ativamente durante a aplicação do produto educacional?

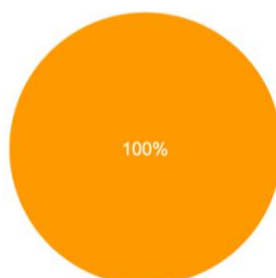
1 resposta



- Poucos alunos
- A maioria dos alunos
- Todos os alunos

2- Como foi a participação dos estudantes?

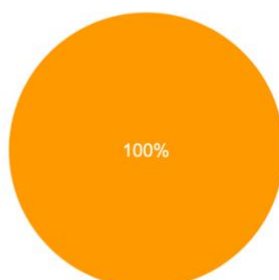
1 resposta



- Participaram pouco, apenas realizaram algumas atividades.
- Participaram moderadamente, realizando as atividades parcialmente.
- Participaram completamente, realizando todas as atividades.

3- Como foi a participação dos estudantes dentro do grupo?

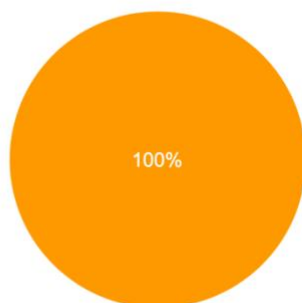
1 resposta



- Apenas alguns alunos do grupo participaram.
- A maioria dos alunos do grupo participaram.
- Todos os alunos do grupo participaram.

4- Como foi a interação/colaboração dos alunos?

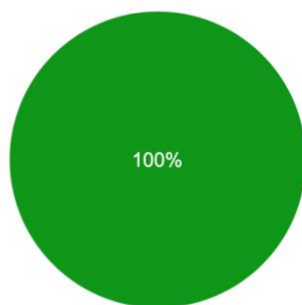
1 resposta



- Houve pouca interação e colaboração.
- A interação e a colaboração foram moderadas.
- Houve muita interação e colaboração.

5- Como foi o interesse dos estudantes pelo produto educacional?

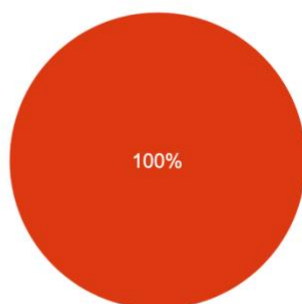
1 resposta



- Os estudantes não demonstraram interesse pelas atividades desenvolvidas.
- Poucos estudantes demonstraram interesse pelas atividades desenvolvidas.
- A maioria dos estudantes demonstraram interesse pelas atividades desenvolvidas.
- Todos os estudantes demonstraram interesse pelas atividades desenvolvidas.

6- Os comandos do produto funcionaram corretamente?

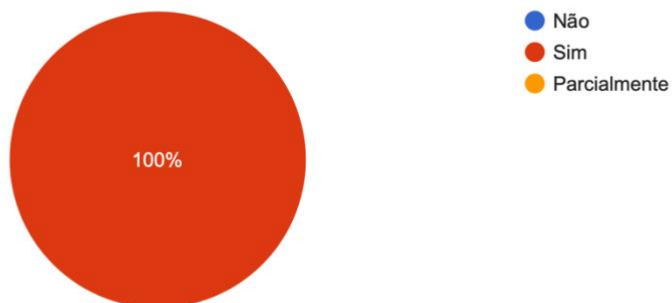
1 resposta



- Não
- Sim
- Parcialmente

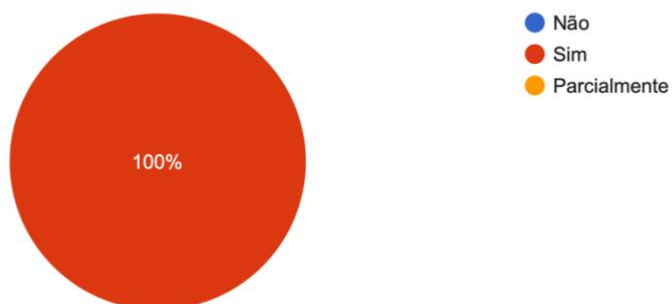
7- Os comandos do produto estavam claros?

1 resposta



8- Os alunos conseguiram realizar as atividades com facilidade?

1 resposta



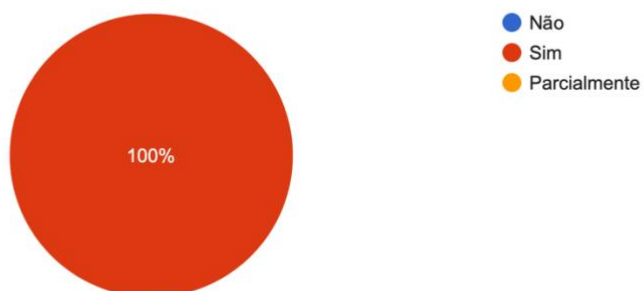
9- Houve dúvidas em relação a forma de desenvolvimento das atividades e precisaram de explicação?

1 resposta



10- Os conteúdos apresentados foram claros e objetivos?

1 resposta



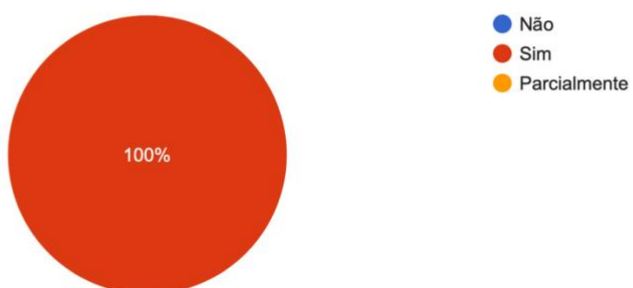
11- A forma com que os conteúdos foram apresentados contribuiu para a aprendizagem dos estudantes?

1 resposta



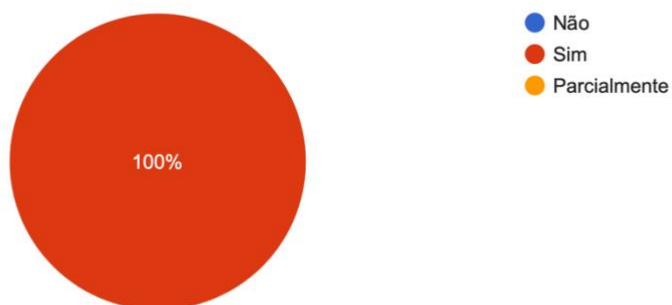
12- As atividades desenvolvidas contribuíram para auxiliar na compreensão dos conteúdos?

1 resposta



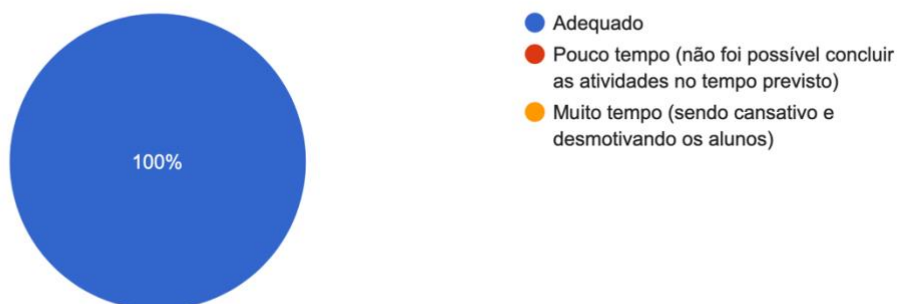
13- O produto educacional é fácil de ser aplicado pelo professor?

1 resposta



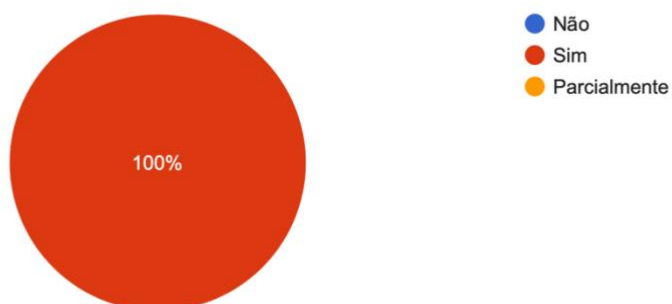
14- Como foi o tempo de realização das atividades?

1 resposta



15- Você acredita que o produto educacional pode facilitar o ensinamento do conteúdo proposto?

1 resposta



16- O que você acredita que pode ser melhorado em relação ao produto educacional, ao conteúdo apresentado ou às atividades propostas?

1 resposta

Nada,pois o produto educacional atendente os propósitos.

17- O que mais você gostaria de acrescentar sobre a aplicação do produto educacional e o desenvolvimento das atividades, visando a aprendizagem dos estudantes?

1 resposta

Nada,pois o produto educacional atendente os propósitos da maneira que foi executado.

APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO (ESTUDANTES)

Formulário de Avaliação do Produto Educacional - Estudantes

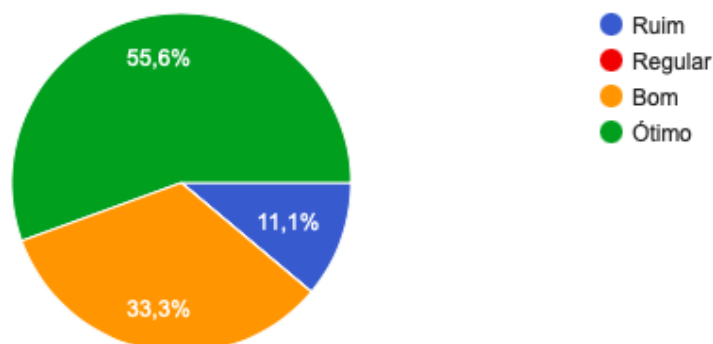


Objetivo: avaliar a aplicabilidade da produto educacional (jogo interativo) para possíveis melhorias. Suas respostas são muito importantes para nós!

LAYOUT DO PRODUTO

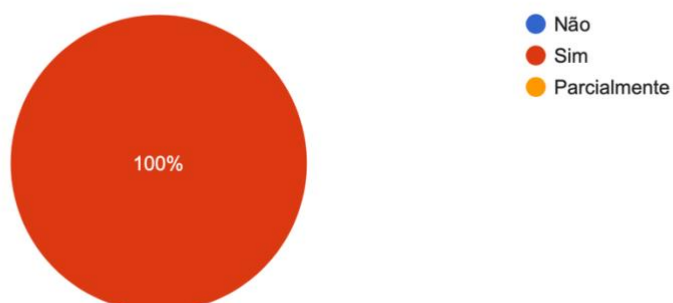
1- O que você achou do layout do produto (cores, desenhos, animações, organização dos slides, parte gráfica)?

9 respostas



2- Os comandos e orientações foram encontrados facilmente?

9 respostas



3- Há algum comentário que você queira acrescentar sobre o layout?

9 respostas

Não
Não. Pois estava fácil de compreender 😊
Não, pois estava tudo maravilhoso 😊
Está bom é Bem Apresentável
Nenhum comentário, pois gostei do layout
Já falei no outro questionário.
Não
bem feito (mas 2d com animação 3d não combina)

UTILIZAÇÃO DO PRODUTO

1- As orientações e comandos mostrados durante o jogo estavam claros?

9 respostas



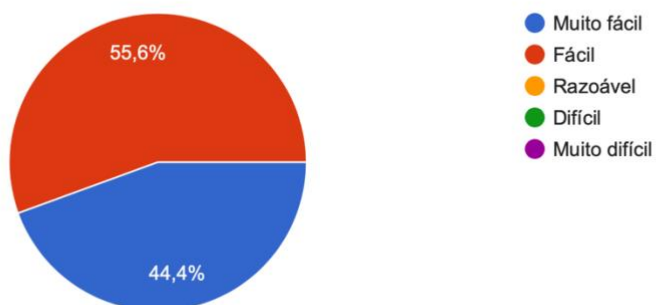
2- O que você achou sobre o tempo de duração dessa primeira atividade?

9 respostas



3- Como foi a utilização do produto?

9 respostas



4- Você teve dúvidas durante a utilização do produto? Se sim, quais foram suas dúvidas?

9 respostas

Não

Não obtive nenhuma dificuldade

Não, obtive dúvidas

Não tive

Não tive.

Não

como voltar para a página anterior

5- Você gostaria de acrescentar algo mais sobre a utilização do produto?

9 respostas

Não

Está bem feito

Não gostaria de acrescentar nada

Já acrescentei no outro formulário.

Não

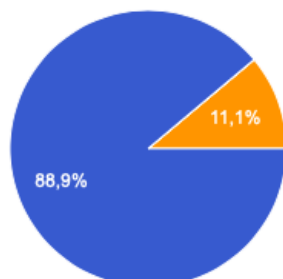
não

EXPERIÊNCIA AO UTILIZAR O PRODUTO

1- a) Como foi seu engajamento em relação a utilização do produto?

 Copiar

9 respostas



- Tive um bom engajamento e participei ativamente
- Não tive um bom engajamento e não participei ativamente
- Meu engajamento e participação foram parciais.

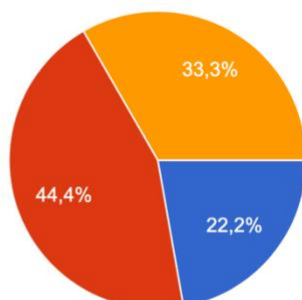
1- b) Justifique sua resposta da questão anterior.

9 respostas

Meu trabalho em grupo foi bem divertido e comunicativo sem nenhum problema
.
Participei
Participei da utilização do produto, e tive uma boa experiência e engajamento
Gostei, por isso participei.
Sim
participei sim
Participei de todas as atividades
Participei ativamente

2- As atividades propostas foram desafiadoras?

9 respostas



- Não
- Sim
- Parcialmente

3- O que você mais gostou neste produto?

9 respostas

O trabalho em grupo que facilitou muito o aprendizado

Quando misturamos o álcool com as folhas, e depois colocamos o filtro de café pra transferir a cor.

Desafios

As imagens e como é bem colorido e cativante

Tudo.

Da prática

praticidade

Da parte prática

Do trabalho em grupo e da prática

4- O que você menos gostou e mudaria neste produto?

9 respostas

Nada

Não tenho nenhuma reclamação do produto

Não tem nenhuma parte que eu não gostei, amei todos os momentos 🥰

Gostei de tudo .

Não mudaria nada

Layout.

Estava muito lerda a internet, dificultou um pouco.

os gráficos

APRENDIZAGEM

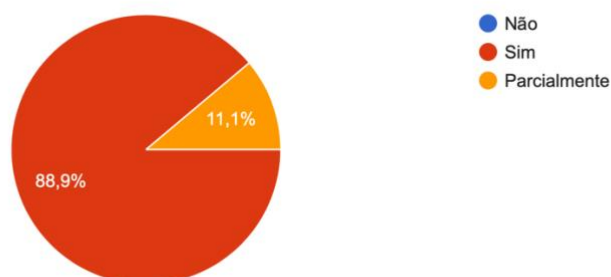
1- O conteúdo é mostrado de forma clara durante a utilização do produto?

9 respostas



2- O produto educacional facilitou sua aprendizagem em relação as aulas tradicionais?

9 respostas



3- Justifique sua resposta na questão anterior.

9 respostas

Acho que uma aula mais prática é mais fácil de se compreender

Sim, pois foi tudo bem claro e explicado pela professora.

Me ajudou a aprender o conteúdo mais facilmente .

Ajudou, pois é um modo interativo e bemm bacana de ensinar

Interações e práticas fazem grudar mais na nossa cabeça.

Sim

ajudou mas não muito

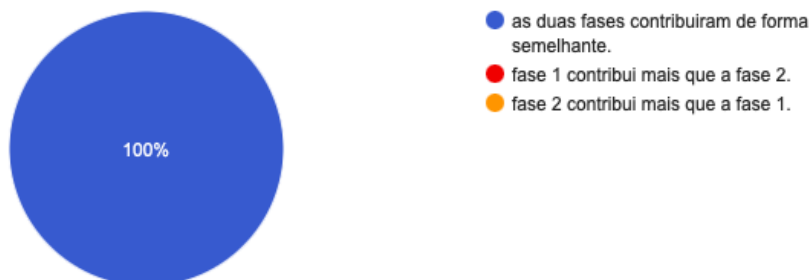
Principalmente o experimento ajudou na compreensão do conteúdo

As atividades ajudaram na compreensão

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1- Ao comparar a FASE 1 do jogo com a FASE 2, em relação a sua aprendizagem dos conteúdos apresentados, você considera: [Copiar](#)

7 respostas



2- Cite 2 (duas) atividades da fase 1 ou da fase 2 que mais contribuíram para sua aprendizagem sobre os conteúdos apresentados.

7 respostas

Não vou lembrar.

Ser uma atividade interativa e prática de aprender

Ver as bolhas de oxigênio e extrair clorofila.

.

as atividades práticas

Os experimentos

A interação mas atividades práticas e as questões objetivas

3- O que você aprendeu com a utilização do jogo sobre fotossíntese que não sabia antes?

7 respostas

Como realmente funciona

Mais ou menos

Muito sobre o assunto!

Não sei explicar, mas aprendi

sobre a glicose (não lembro se chama assim)

Os pigmentos fotossintetizantes

Sobre as etapas da fotossíntese

4- Há algo mais que você gostaria de acrescentar sobre o produto - FASE 2 (ou sobre sua experiência em utilizá-lo) que possa contribuir com melhorias?

9 respostas

Não

Não, pois estava tudo bom e legal

Está bom 😊

Nada.

Não

Nao

ANEXOS

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O USO DA TECNOLOGIA PARA APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA

Pesquisador: FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65283122.2.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.038.873

Apresentação do Projeto:

Como informado pelo pesquisador responsável no Projeto de Pesquisa e Documento de Informações Básicas, gerado por meio dos dados fornecidos no ato do preenchimento da Plataforma Brasil: "No contexto atual da educação, a utilização de estratégias didáticas diferenciadas tem se mostrado cada vez mais necessárias para motivar os estudantes a participar das aulas como protagonistas, despertando neles o interesse pelo estudos. Dessa forma, busca-se proporcionar uma aprendizagem mais significativa, além do desenvolvimento de competências e habilidades necessários não só para concluir o Ensino Médio, mas também para que o estudante possa ser inserido no mercado de trabalho. Sendo assim, será proposto a elaboração de um produto educacional interativo e tecnológico, baseado no ensino por investigação, que poderá ser utilizado nas aulas de Biologia como ferramenta didática, a fim de auxiliar na melhoria do processo de ensino e aprendizagem".

Objetivo da Pesquisa:

Como informado pelo pesquisador responsável no Projeto de Pesquisa e Documento de Informações Básicas, gerado por meio dos dados fornecidos no ato do preenchimento da Plataforma Brasil: "Objetivo Primário: Elaborar, desenvolver e avaliar um conjunto de atividades investigativas abordando conteúdos de Biologia, dentre ele fotossíntese, cadeia e teias alimentares e dinâmica de populações, na promoção de uma aprendizagem colaborativa e significativa.

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO**



Continuação do Parecer: 6.038.673

metodológicos e éticos analisados pelo colegiado deste CEP - Comitê de Ética em Pesquisa.

Lembramos que é dever do pesquisador responsável, ao término da pesquisa e conforme o cronograma informado à Plataforma Brasil, apresentar o relatório final da mesma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2042976.pdf	12/04/2023 20:05:33		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Comite_de_Etica.docx	12/04/2023 20:04:15	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Outros	Carta_Justificativa_Fernanda.docx	12/04/2023 20:03:47	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Outros	Solicitacao_DE_Fernanda.docx	31/03/2023 20:21:23	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Outros	Termo_de_autorizacao_imagem_pais_Fernandadocx.docx	31/03/2023 20:18:06	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_5790427.pdf	31/03/2023 20:16:38	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_professor_Fernanda.docx	31/03/2023 19:56:12	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_pais_Fernanda.docx	31/03/2023 19:55:58	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_assentimento_estudante_Fernanda.docx	31/03/2023 19:55:44	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	17/11/2022 19:43:48	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito
Outros	Termo_escola_assinado.pdf	11/11/2022 19:11:25	FERNANDA TICIANELLI DE OLIVEIRA DONA	Aceito

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



Continuação do Parecer: 6.036.873

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 04 de Maio de 2023

Assinado por:
Mário Lázaro Camargo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepsquisa.fc@unesp.br