

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

**HORTA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR
ONLINE PARA O ESTUDO DE ENERGIA**

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

HORTA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR
ONLINE PARA O ESTUDO DE ENERGIA

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es): Dra. Renata Lacerda Caldas

Dr. Vantelfo Nunes Garcia

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

A968h

Alencar, Suzana Maria Santos de Oliveira
HORTA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR ONLINE PARA O ESTUDO DE ENERGIA /
Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar - 2019.
298 f.: il. color.

Orientadora: Renata Lacerda Caldas
Coorientadora: Vantelfo Nunes Garcia

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2019.

Referências: f. 167 a 172.

1. CTSA. 2. Sequência Didática . 3. Ensino de Ciências. 4. Energia.
5. TASC. I. Caldas, Renata Lacerda , orient. II. Garcia, Vantelfo Nunes ,
coorient. III. Título.

HORTA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR *ONLINE* PARA O
ESTUDO DE ENERGIA

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 18 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora

Dra. Cassiana Barreto Hygino Machado
Doutor em Ciências Naturais - UENF
Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

Dr. Tiago Desteffani Admiral
Doutor em Ciências Naturais - UENF
Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

Rosana Bulos Santiago
Doutora em Física - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física

Dra. Renata Lacerda Caldas
Doutora em Ciências Naturais - UENF
Presidente e Orientadora da Banca Examinadora
Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

Campos dos Goytacazes/RJ
2020, 1º

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos profissionais da educação que acreditam numa educação transformadora e que se inquietam em buscar estratégias diversificada para tornar a aprendizagem significativa e ao meu saudoso pai Jorge Vicente de Oliveira, que sempre esteve presente na minha vida e no meu crescimento profissional, incentivando, vibrando e investindo na minha educação.

AGRADECIMENTOS

Acredito que nesta vida nada aconteça por acaso. Minha formação é na área de Ciências com Habilitação em Matemática, atuo há 7 anos com Ciências no 9º ano do ensino Fundamental 2, com enfoque em Física e Química. Desta forma, percebi que precisava aprimorar minha prática educativa na área da Física, buscando estratégias com o objetivo de estimular e tornar o ensino da Física significativo para meus educandos. Várias pessoas me impulsionaram nesta caminhada, as quais dedico meus agradecimentos.

Em primeiro lugar, agradeço Aquele que rege a minha vida, desde a minha concepção, que me ajuda a enfrentar os obstáculos do dia a dia, **DEUS**. Ele que me presenteou com pais maravilhosos Jorge Vicente de Oliveira e Risomar Santos de Oliveira, os heróis de minha vida. Sou eternamente grata por tudo que sou e conquistei.

Ao IFF/Campus Campos - Centro na pessoa de Renata Lacerda Caldas pela parceria firmada com a coordenação de Ciências do município, proporcionando minicursos para dar subsídios aos profissionais da educação para aperfeiçoamento de práticas na área de Ciências

À coordenação de Ciências do município de Campos dos Goytacazes, na pessoa de Carla Pessanha Sales, pela garra e incentivo nas propostas inovadoras na área de Ciências.

Aos meus colegas de mestrado em especial a Flávia Rodrigues da Silva, Rafaella Cruz Ferreira e Roberto Silva que não mediram esforços em compartilharem e agregarem seus ensinamentos e conhecimentos tão importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

As minhas amigas Andréa Carvalho Jorge, Grisiela Gomes e Souza e Maria Teresa Ferreira Soares pela ajuda dada na revisão da Língua Portuguesa e Inglesa.

Agradeço também ao educador Dr. Vantelfo Nunes Garcia pela coorientação, paciência e estímulo dado.

Agradeço especialmente a minha amiga orientadora professora Dr. Renata Lacerda Caldas por toda dedicação, empenho, paciência e estímulo dado no decorrer deste projeto possibilitando aprimorar esta pesquisa.

Ao meu marido Evandro Calafange Alencar e aos meus filhos Yago e Yule por terem me permitido abdicar do tempo em família para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

Enfim, gratidão a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

HORTA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR *ONLINE* PARA O ESTUDO DE ENERGIA

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Dra. Renata Lacerda Caldas

Dr. Vantelfo Nunes Garcia

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho é de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, e tem por objetivo investigar as contribuições para aprendizagem significativa crítica, de uma Sequência Didática com foco CTSA, para o estudo da temática Energia em nível Fundamental II e no contexto da construção colaborativa de uma horta escolar automatizada. A temática foi escolhida por estar inserida no dia a dia do educando e devido às dificuldades apresentadas na compreensão de conceitos relacionados à disciplina de Ciências. A proposta ressalta a dinâmica de apresentação do conteúdo em onze momentos de ensino remoto, todos focados na abordagem CTSA e na TASC. Foram utilizados recursos diversos para coleta de dados, como o uso de aplicativos para montagem de vídeos e histórias em quadrinhos, simuladores, experimentos, jogos *online* e *offline*, bem como aulas em ambiente não-formal (horta escolar). O fundamento teórico para a elaboração da proposta e análise dos dados está baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC). O público investigado foram educandos do 9º ano do ensino fundamental II de escola estadual em Campos dos Goytacazes/RJ. Os educandos apresentaram o desejo de solucionar os problemas, trazendo contribuições criativas, resultantes de suas pesquisas e estudos assíncronos. De forma geral, os resultados da análise dos dados apontaram as contribuições do estudo baseado na construção da horta automatizada, com indícios de uma aprendizagem mais crítica, significativa sobre Energia e uma visão sustentável referente ao ambiente e a sociedade.

Palavras-chave: CTSA. Sequência Didática. Ensino de Ciências. Energia. TASC.

Campos dos Goytacazes/RJ
2020, 1º

ABSTRACT

AUTOMATED HOUSE: AN INTERDISCIPLINARY ONLINE PROPOSAL FOR THE ENERGY STUDY

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Dr. Renata Lacerda Caldas

Dr. Vantelfo Nunes Garcia

Master's Dissertation Project presented to the Graduate Program of the Fluminense Federal Institute of Education, Science and Technology, in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as a partial requirement necessary to obtain the title of Master in Physics Teaching . This paper is a qualitative case study, and its purpose is to investigate the contributions to critical meaningful learning, from a CTSA-focused teaching proposal, to the study of Energy at the Elementary level and in the context of collaborative construction. from an automated school garden. The theme was chosen because it is inserted in the student's daily life and due to the difficulties presented in the understanding of concepts related to the science discipline. The proposal under development highlights the dynamics of content presentation in eleven teaching moments, all focused on the CTSA approach and the TASC. Various data collection resources were used, such as the use of video and comic book editing applications, simulators, experiments, online and offline games, as well as classes in a non-formal environment (school garden). The theoretical basis for the proposal elaboration and data analysis is based on the Critical Meaningful Learning Theory (TASC). The audience was students of the 9th grade of elementary school II of state school in Campos dos Goytacazes / RJ. The students presented the desire to solve problems, bringing creative contributions, resulting from their research and asynchronous studies. In general, the results of the data analysis pointed to the contributions of the study based on the construction of the automated garden, with evidence of a more critical, meaningful learning about Energy and a sustainable vision regarding the environment and society. At the end of the research it is expected to have contributed to a more meaningful and critical learning, through the contributions of the CTSA approach, so that students use acquired knowledge for interferences and behavioral changes in society as a whole.

Keywords: CTSA. Didactic Proposal. Science teaching. Energy. TASC.

Campos dos Goytacazes / RJ 2020
1st Semester

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Transformação de Energia de um sistema para outro.....	37
Figura 2 – Ciclo de energia no sistema vivo.....	38
Figura 3 – As ondas eletromagnéticas consistem em um campo elétrico oscilante com um campo magnético oscilante perpendicular.....	39
Figura 4 – Comprimento das ondas no Espectro eletromagnético.....	40
Figura 5 – Capacidade de reflexão da onda eletromagnética.....	41
Figura 6 – Estrutura interna dos estômatos – sistema fotossintético.....	42
Figura 7 – Pigmentos fotossintetizante e a absorção da luz visível.....	43
Figura 8 – Fluxo de energia através do ecossistema.....	45
Figura 9 – Fotofosforilação.....	46
Figura 10 – Ciclo de Calvin.....	47
Figura 11 – Esquema da fotossíntese e respiração celular.....	48
Figura 12 - Ciclo do carbono.....	51
Figura 13 – Circuito e código fonte do protótipo.....	58
Figura 14 – Colégio Estadual José do Patrocínio.....	60
Figura 15 – Laboratório do Colégio Estadual José do Patrocínio.....	61
Figura 16 – Auditório, laboratório de informática e sala de multimídia.....	62
Figura 17 - Questionário do Conhecimento Prévio dos Educandos.....	76
Figura 18– Experimento da fotossíntese (Organizador Prévio).....	77
Figura 19- Vídeo da Fotossíntese.....	78
Figura 20 - Formas de Energia e Transformações.....	79
Figura 21 – Produção de <i>húmus</i>	81
Figura 22 – Espaço ocioso com folhas secas do Colégio Estadual José do Patrocínio.....	82
Figura 23 – O que causa o aquecimento global.....	82
Figura 24 – Fpesquislocaação chuva ácida em casa.....	83
Figura 25- Simulador <i>Phet</i> –O Efeito Estufa.....	83
Figura 26 - Mudanças climáticas.....	84
Figura 27– De onde vem a energia elétrica.....	85
Figura 28– Confecção da capa do caderno de anotações com papel semente.....	86
Figura 29 – Confecção de papel.....	87
Figura 30 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação.....	88

Figura 31 – Como fazer um robô de rega inteligente.....	89
Figura 32 - Objeto da pesquisa.....	92
Figura 33 – Aplicação do questionário - conhecimentos prévios.....	93
Figura 34– Passo a passo de como preparar sementes ou mudas para o plantio.....	94
Figura 35 – Experimento da Fotossíntese.....	95
Figura 36- Visão geral da fotossíntese.....	96
Figura 37-- Propagação de ondas eletromagnéticas no processo da fotossíntese.....	97
Figura 38 – Conceitos expressos por meio de desenhos - Fotossíntese.....	98
Figura 39 – História em quadrinhos da dupla C.....	100
Figura 40 - <i>Show</i> do Milhão da Fotossíntese.....	102
Figura 41 – Premiação do <i>Show</i> do Milhão da Fotossíntese.....	105
Figura 42 – Transplante das sementes germinadas para o solo.....	106
Figura 43 – Produção de <i>Húmus</i> – “ <i>minhocasa</i> ”.....	107
Figura 44 – Processo de propagação de calor - condução.....	108
Figura 45– Folhas secas ao redor da local da horta.....	109
Figura 46– Produção de papel semente/capa de caderno.....	111
Figura 47 – <i>Folder</i> explicativo sobre o papel semente educandos C e G.....	112
Figura 48 – Produção das capas dos cadernos com papel semente.....	114
Figura 49 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação.....	115
Figura 50 – Projeto de irrigação escolhido.....	116
Figura 51 – Montagem do projeto de irrigação contemplado.....	117
Figura 52 – Questionário Final.....	118
Figura 53 - Questionário de levantamento das concepções em relação proposta da SD.....	118
Figura 54- Questionário inicial.....	120
Figura 55- Compilação dos dados.....	123
Figura 56 – Conceitos expressos por meio de desenhos – Fotossíntese.....	129
Figura 57 – História em quadrinhos da dupla K e E.....	132
Figura 58 – História em quadrinho do trio A, D, H.....	134
Figura 59 - História em quadrinho da dupla J e L.....	139
Figura 60 – Projeto de irrigação escolhido.....	141
Figura 61– <i>Show</i> do Milhão da Fotossíntese.....	142
Figura 62 – Resultado do 1º bloco de questões.....	147
Figura 63–Resultado individual do 2º bloco de questões.....	149

Figura 64 – Reaplicação do Questionário Final - Avaliação.....	152
Figura 65 - Dados compilados das categorias referente ao estudo de Energia no contexto de uma horta automatizada.....	155
Figura 66 – Comparação das categorias após aplicação do projeto.....	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Unidades temáticas com seus respectivos objetos de conhecimento e habilidades.....	30
Quadro 2 – Metas do Objetivo 13	54
Quadro 03 – Proposta da Sequência de Atividades.....	72
Quadro 04 – Informações das características do cultivo.....	104
Quadro 05 – Transcrição do diálogo entre o pesquisador e os educandos <i>K e F</i>	120
Quadro 06– Categorias e unidades de significação relacionado Energia e fotossíntese - importância e sustentabilidade.....	122
Quadro 07 – Questões do o <i>Plickers e-Learning Beta</i>	145
Quadro 08 – Categorias e unidades de significação dos conceitos de Energia no Contexto de uma horta automatizada.....	152
Quadro 09 – Respostas do nível de satisfação dos educandos.....	160
Quadro 10– Respostas do nível de satisfação em relação as atividades propostas na SD.....	160
Quadro 11 – Investigação em relação a mudança de postura em relação ao ambiente.....	161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição do solo.....	56
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Desempenho dos educandos no Show do Milhão da Fotossíntese.....	144
Gráfico 02 – Resultado individual da atividade avaliativa no <i>Plickers E- Learning</i>	148
Gráfico 03 – Resultado geral do bloco 1 por questão.....	148
Gráfico 04 - Resultado individual por questão do bloco 2.....	150
Gráfico 05 - Resultado geral por questão do bloco 2.....	151
Gráfico 06 - Concepções dos educandos referentes à PD.....	162

LISTA DE SIGLAS

AS – Aprendizagem Significativa

ASC – Aprendizagem Significativa Crítica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTS – Ciência Tecnologia Sociedade

CTSA – Ciências Tecnologia Sociedade Ambiente

DEGASE – Departamento Geral de Ações Socioeducativas

EA – Educação Ambiental

EF- Ensino Fundamental

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais

JSM – Jogo Show do Milhão

HEA – Horta Escolar Automatizada

HQ - Histórias em quadrinhos

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PE – Produto Educacional

SD – Sequência Didática

RBPEC – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

SEEDUC – Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

TASC – Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica

UFF – Universidade Federal Fluminense

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A Aprendizagem Significativa Crítica.....	20
2.2 O Ensino de Ciências nas séries finais do ensino fundamental segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	30
2.3 Enfoque em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).....	32
2.4 O conceito de ENERGIA e algumas de suas diversas aplicações.....	33
2.4.1 Transferência e transformação de energia.....	36
2.5 Espectro eletromagnético.....	38
2.6 Fotossíntese - síntese de matéria orgânica.....	41
2.6.1 Dependência solar e produção de alimentos.....	43
2.6.2 As Etapas Da Fotossíntese.....	45
2.7 Fluxo de Energia e Ciclo de Nutrientes	49
2.8 Mudanças Climáticas	52
2.9 Trabalhos Correlatos.....	54
3 METODOLOGIA	59
3.1 A Pesquisa.....	59
3.2 O contexto da Pesquisa.....	60
3.3 Sujeitos da Pesquisa.....	63
3.4 Instrumentos de Coleta de Dados.....	63
3.5 Técnica de análise dos dados.....	65
3.6 As etapas investigativas.....	69
4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	76
4.1 Sequência Didática.....	76
5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	91
5.1 Apresentação do projeto e levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos.....	91
5.2 – Descrição da aula expositiva sobre Fotossíntese.....	94
5.3 Trabalhando conceitos de outras fontes e formas de energia.....	99
5.4 Construção colaborativa da Horta Escolar (Aula de Campo).....	103
5.5 Impactos Ambientais gerados por práticas humanas.....	109
5.6 Reciclando matéria orgânica – empreender com a produção de papel semente.....	111
5.7 Implementação do sistema de irrigação automática.....	114

6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	119
6.2.1 Análise dos desenhos (LUQUET, 1969)	128
6.2.2 Análise das Histórias em Quadrinho e <i>Folders</i> (VIANA, 2014)	130
6.2.3 Análise gráfica dos jogos	142
6.3 Análise do Questionário Final – Avaliação	151
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	163
REFERÊNCIAS	167
APÊNDICE A – Produto Educacional	173
APÊNDICE B - TUTORIAL DO JOGO SHOW DO MILHÃO DA FOTOSSÍNTESE	265
APÊNDICE C - TUTORIAL DO INSHOT	274
APÊNDICE D - TUTORIAL DO <i>PLICKERS</i>	277
APÊNDICE E - TUTORIAL DO CANVA	295

1 INTRODUÇÃO

Demandas geradas por problemas ambientais relacionados ao crescente desenvolvimento tecnológico e industrial têm motivado propostas de ensino com abordagem voltada à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A busca de soluções sustentáveis tem sido o desafio para um ensino mais globalizado (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 113).

Entendendo que o enfoque ambiental deve ser ressaltado no ensino de ciências, a nova perspectiva voltada para a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) tem sido reconhecida como importante na formação de indivíduos. Estes seriam capazes de tomar decisões responsáveis, reconhecer e apreciar o papel da ciência e da tecnologia no seu dia a dia (FERNANDES et al, 2017, p. 1003).

Estudos na área da Filosofia da Ciência, que incorporaram questões relativas aos aspectos econômicos e políticos, também contribuíram para o aparecimento de uma ênfase voltada para a Ciência nos documentos oficiais. Segundo Sasseron (2018, p. 1072), no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) há forte incentivo para se trabalhar temáticas sobre sustentabilidade ambiental, saúde e tecnologia, todas com ênfase no ensino de ciências.

Na BNCC são sugeridos conteúdos de componentes curriculares, os quais devem ser contextualizados, identificando estratégias para sua apresentação, representação, exemplificação. Estes devem estar conectados para se tornarem significativos, com base no contexto e no tempo no qual o ensino será ministrado. Mais especificamente, atividades em classe e extraclasse no contexto do ensino de ciências, devem viabilizar conhecimento e prática, evidenciando a unidade temática: matéria e energia (BRASIL, 2017, p. 16).

Segundo Hewitt (2015, p. 117), mais importante do que definir o que é a energia é compreender como ela se comporta e como ela se transforma. E assim, entender melhor os processos/transformações que ocorrem na natureza e analisar as transformações e transferências de energia. São diversas as interpretações do termo energia e suas transformações (OLIVEIRA; SANTOS, 1998).

Com o primeiro princípio da termodinâmica, o termo energia passou a ser bastante utilizado no vocabulário científico. [...] Dentre muitas outras transformações energéticas de amplo domínio, destaca-se a produção de energia elétrica a partir das quedas d'água: a energia potencial da água é transformada em energia cinética e esta é convertida em energia elétrica (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 20).

Estes autores, ponderando sobre a definição do termo energia ressaltam o experimento do físico inglês Thomas Young em 1807, o qual “propõe que a energia fosse definida como

capacidade para realizar trabalho” (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 21). Daí vê-se ampliado o conceito de energia (PRAXEDES; JACQUES, 2009):

Na Física escolar, ao se estudar a mecânica. O conceito de energia normalmente é apresentado em termos do trabalho de uma força para movimentar ou erguer um objeto, e a seguir, relacionado com a variação de energia cinética, ou a variação da energia potencial. Ao se estudar os fenômenos térmicos, a energia é apresentada como propriedade interna de um sistema, a exemplo da energia do vapor d'água, presente em uma caldeira, que ao se expandir pode realizar trabalho acionando uma turbina. O conceito de energia e seu princípio de conservação aparecem ainda na eletricidade e em outras áreas da Física (PRAXEDES; JACQUES, 2009, p. 2).

Recorrendo-se a alguns dicionários da língua portuguesa, vê-se que o termo “energia”, deriva do grego *energia*, significando originalmente, forças em ação, vitalidade. De forma geral, vê-se que o conceito de energia aparece em vários contextos, podendo ser explorado como conceito interdisciplinar, que integra várias disciplinas escolares. Reflexão que conduz à conclusão de que a energia para gerar e/ou solucionar problemas ambientais.

Nesse contexto, sendo a escola um espaço onde o adolescente dará sequência ao seu processo de socialização, é fundamental que se busquem práticas que o ajude a comprometer-se com a busca de soluções para os problemas da sociedade. Assim, um caminho possível seria utilizar as aulas de Ciências, teóricas ou práticas, para dar subsídios ao educando de ser protagonista e colaborar para uma sociedade mais igualitária e que respeite o meio ambiente.

Acredita-se que os problemas ambientais vivenciados pelos educandos no espaço escolar, bem como no contexto familiar e social, oferecem a possibilidade de se trabalharem conteúdos em sala de aula, de forma contextualizada e interdisciplinar. Assim ele estará inserido num ambiente de aprendizagem integrado a sua realidade.

Segundo Siqueira *et al.* (2016), a educação ambiental (EA) exerce um papel importante de intervenção para a construção de novos conceitos e consequente mudança de hábitos. Neste contexto, a ideia de fomentar no espaço escolar uma horta sustentável pode ser um meio viável para essa inserção, bem como para uma efetiva educação ambiental.

Para Morgado e Santos (2008, p. 45), hortas inseridas no ambiente escolar podem ser um laboratório vivo que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas em educação ambiental e alimentar. Por meio delas pode-se unir teoria e prática, de forma contextualizada, auxiliando no processo ensino e aprendizagem, estreitando relações através da promoção do trabalho coletivo e cooperação solidária entre os agentes sociais envolvidos.

A horta escolar pode proporcionar um trabalho pedagógico dinâmico e participativo nas aulas dos componentes curriculares, com a complementação da teoria com aulas práticas.

A partir de sugestões metodológicas, recursos didáticos e formas de avaliação diferenciadas para o educador, pode viabilizar meios de se trabalhar a educação ambiental numa visão interdisciplinar, tal como rege a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 2005).

De acordo com o especialista em Agricultura Orgânica, Campos (2017, p. 1), além da contribuição da temática “Hortas” para a questão ambiental, há também associado à sua construção, um aspecto técnico muito importante, que é a utilização dos resíduos orgânicos de cozinha para a produção de *húmus* de minhoca. Os resíduos, assim como o esterco, são fontes de microrganismos imprescindíveis no processo de reciclagem. Tais resíduos substituem o esterco, minimizando os custos e viabilizando a produção de *húmus* nas cidades de forma geral (ANJOS, 2008, p. 9).

Outro importante aspecto com o uso de hortas no contexto do ensino escolar é destacado por Eurydice (2011, p. 1001), quando considera essencial que o currículo enfatize conexões com as experiências pessoais dos estudantes e contemple relações entre ciência, tecnologia e questões da sociedade contemporânea. Essa autora considera a necessidade de se discutirem aspectos filosóficos da ciência e relacionados à sustentabilidade do planeta e qualidade de vida.

Logo, vê-se que a escola pode desempenhar um importante papel na disseminação da EA por meio de atividades desenvolvidas em uma horta escolar. Daí podem se abordar conceitos físicos, tais como: processos de propagação de calor, transformação de energia, vazão, difusão da água. Temas como o tratamento dos resíduos orgânicos, sustentabilidade familiar, reaproveitamento de alimentos, importância da ingestão de alimentos nutritivos, cultura agrícola sustentável, importância do Sol como fonte de energia térmica e radiante, as transformações químicas e biológicas na natureza, dentre outros, são também temas significativos para o contexto do ensino interdisciplinar (SIQUEIRA et al, 2016, p. 1).

Contudo, apesar da ênfase em se construir hortas no ambiente escolar, destaca-se um aspecto que pode inviabilizar este propósito: inconstância da irrigação em dias de recesso escolar ou férias coletivas.

Santaella *et al.* (2013) afirmam que a facilidade de se trabalhar com *software* e *hardware* é fundamental para a criação de novos conhecimentos tecnológicos. Nesse sentido, ampliando essa discussão para o contexto da irrigação de uma horta, pode-se pensar na inserção dos aspectos tecnológicos relacionados a um sistema automatizado. A horta com a configuração tecnológica poderá servir para solucionar a problemática da irrigação em

períodos não letivos. Dentro dessa visão, tratar-se-á esse tipo de horta como Horta Escolar Automatizada (HEA)¹.

Nessa linha pensamento, o ensino contextualizado, interdisciplinar e com objetivo de formar educandos mais conscientes dos problemas sociais e ambientais, traz novos desafios para aprendizagem. Segundo a teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel (1968), a aprendizagem para ser significativa tem que obedecer a duas condições: a) o material utilizado para se ensinar deve ser potencialmente significativo, planejado em observância aos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa; b) que os educandos demonstrem interesse em aprender, isto é, sejam motivados ao aprendizado; sintam-se inseridos no processo de ensino.

Propondo que a aprendizagem não só deve ser significativa, mas que contribua para a criticidade do aluno, Moreira (2010, p. 7) estabelece alguns princípios em sua teoria de aprendizagem significativa crítica (TASC), dentre eles pode-se destacar: que o educando deve ser o protagonista de sua cultura, sem ser “escravizado” por ela; e que consiga lidar de forma construtiva com as mudanças tecnológicas, sem se deixar dominar ou se manipular de forma obsessiva e patológica, isto é, poderá desenvolver a tecnologia no contexto de sua realidade; ser mais crítico e aprender com o erro e a tentativa.

Logo, o aprender está diretamente relacionado com as situações de ensino que o aluno vivencia. Como já dito, é preciso que este aluno se sinta participante do processo. Aí poderá contribuir para sua própria aprendizagem. Poderá ter sua visão de mundo alterada pela criticidade e proatividade adquiridas, contribuindo assim para uma aprendizagem mais significativa e crítica.

Diante o exposto, levanta-se o seguinte questionamento: *Que implicações há para a aprendizagem significativa crítica em nível fundamental, a partir da utilização de uma sequência didática pautada na construção de horta escolar automatizada?*

Assim, a presente pesquisa objetiva **investigar as contribuições para aprendizagem significativa crítica, de uma sequência didática (SD) com foco CTSA, para o estudo online da temática Energia em nível Fundamental II e no contexto da construção colaborativa de uma horta escolar automatizada.**

Destacam-se como objetivos específicos: elaborar e aplicar uma sequência didática na forma remota (*online*) para o ensino aprendizagem das transformações de energia presentes

¹O termo horta escolar automatizado estará sendo usado para se referir à horta construída durante a presente pesquisa, a qual utiliza sistema automatizado (por arduíno) para irrigação em tempos não letivos.

numa horta automatizada; analisar a aprendizagem conceitual resultante das atividades desenvolvidas em toda SD a luz da TASC; construir uma horta automatizada colaborativa e analisar as contribuições da abordagem CTSA para a ASC; elaborar um Produto Educacional (PE) resultante da pesquisa, para auxiliar educadores deste nível de ensino.

Com enfoque qualitativo e no contexto de um estudo de caso interpretativo (MOREIRA; ROSA, 2016), a pesquisa foi aplicada na forma *online*, com alunos da escola estadual do 9º ano do ensino fundamental (EF), por meio de uma SD com onze momentos de ensino.

Foram utilizados como instrumentos coleta de dados, questionários, jogos didáticos (*clickers* e show do milhão da fotossíntese), recurso tecnológico *Canva*, e *Inshot* para produção textual e vídeos, roteiros experimentais, desenhos e gravações das verbalizações dos educandos durante a realização das atividades.

Sendo assim, pretendeu-se que os educandos conseguissem relacionar de forma mais significativa e crítica conceitos científicos ligados à temática Energia, abordados no estudo do processo de implementação e manutenção de uma HEA. Para Moreira e Rosa (2016, p. 16), na Educação, quando se pretende melhorar a prática, tem que se considerar conjuntamente, os processos e os produtos.

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. O capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica da pesquisa, aprofundando a discussão sobre a TASC e CTSA, o uso de hortas escolares automatizadas e as aplicações do estudo sobre Energia nessa temática.

No capítulo 3 está apresentada a metodologia, delineando o tipo de pesquisa desenvolvida, as etapas da SD, os instrumentos de coleta de dados e o método de análise de dados utilizado (BARDIN, 2011).

A descrição do PE está no capítulo 4 e sua aplicação no capítulo 5.

A análise dos resultados coletados na aplicação da pesquisa está registrada no capítulo 6. E as considerações finais no capítulo 7, seguido das referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a escrita do referencial teórico foram consultadas as revistas científicas, na área do Ensino de Ciências: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, *Revista Brasileira de Física*, *Revista Ciência & Ensino*, *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências e Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS)*, abrangendo o período de 2014 a 2018, bem como os trabalhos em artigos, TAS e TASC.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e os livros *Atomic Structure and Periodicity. In Chemistry* (2003), *Física Conceitual* (2015) e *Principles of Biology* (2016), também fundamentaram esse trabalho.

O resultado da revisão de literatura realizada neste trabalho teve nove trabalhos selecionados, dentre eles, artigos, teses e livros didáticos, ao quais serão melhor explanados na sequência.

2.1 A Aprendizagem Significativa Crítica

A teoria da aprendizagem significativa (TAS) tem como principal característica a valorização de conceitos prévios do aprendiz. Segundo Ausubel e colaboradores (1980, p. 4) a psicologia educacional deveria ter apenas um princípio que é a valorização do que o aprendiz já conhece e isso influenciaria diretamente na aprendizagem.

Esta, por sua vez, se processaria por meio de nova informação que interage, de uma forma espontânea e não arbitrária com o conhecimento prévio, presente na estrutura cognitiva (mente), ou seja, “o aprendizado ocorre de maneira que o indivíduo participa na criação da nova informação, relacionando-a com conceitos pré-existentes em sua estrutura cognitiva – chamados de *subsunçores* – aos quais ela irá se fundamentar” (AUSUBEL, 1968, p. 5). Esse autor considera a aquisição de novos conhecimentos como modificação das interações conceituais entre os neurônios dos indivíduos, modificando-os no aspecto cognitivo.

Na teoria da aprendizagem significativa a aquisição de conhecimento ocorre quando o aprendiz relaciona novas informações aos conhecimentos anteriores presentes em sua estrutura cognitiva. Este conhecimento prévio foi denominado por Ausubel de *subsunçor* e pode ser definido como “conceitos e proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo” (MOREIRA, 2011, p. 161).

Ausubel (1968, p. 37-41) ainda afirma que na teoria da aprendizagem nem sempre o conhecimento está presente, e que está previsto o esquecimento (oblição) de certos conteúdos. Ele considera que através dos *subsunçores* esses conteúdos podem ser retomados, uma vez que apesar de “esquecido” ou obliados ainda continuam na estrutura cognitiva do sujeito. Desta forma, a AS ocorre quando novas ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo.

Esse conceito é reiterado por Moreira (2000, p. 2) quando diz que a AS se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e os conhecimentos adquiridos e que quando os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito, os conhecimentos prévios adquirem novos significados.

Por exemplo, para um educando que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o *subsunçor* Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados, pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica (MOREIRA, 2000, p. 2-3).

Moreira (2000) ratifica a ideia de Ausubel (1968, p. 276), quando afirma que a AS só ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

No exemplo acima, através de novas AS, resultantes de interações entre os conceitos adquiridos e o *subsunçor* existente sobre Conservação de Energia, estas se tornarão cada vez mais estáveis, mais claras e mais diferenciadas. Levarão o aprendiz ao significado de uma lei geral da Física, que a energia se conserva sempre. Por outro lado, o *subsunçor* para o conceito de Conservação de Energia, poderá servir de ideia para fixação de um novo conceito, e desta forma, outros conceitos podem se construir, tornando-se significativos para o aprendiz.

Para Ausubel (1968), o processo de aprendizagem significativa (AS) não é trivial, mas envolve relações conceituais específicas na estrutura cognitiva do aluno:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um *subsunçor*) que pode se, por exemplo, uma

imagem, um símbolo, ou um conceito ou uma proposição já significativo (AUSUBEL, 1968, p. 41).

Mediante o exposto, dois fatores são importantes para que ocorra a AS: a utilização de um material potencialmente significativo, para que haja interesse do aprendiz em adquirir novos conceitos e a predisposição dele em aprender, é o que ratifica Gowin (1981, p. 6):

Outro aspecto fundamental da aprendizagem significativa, também de nosso conhecimento, é que o aprendiz deve apresentar uma pré-disposição para aprender. Ou seja, para aprender significativamente, o educando tem que manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal, à sua estrutura cognitiva, os significados que capta dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo (GOWIN, 1981, p. 6).

E para que isso aconteça, Moreira (2013, p. 28) propõe perguntas ao invés de respostas. Para ele, todo o conhecimento humano resulta de respostas às perguntas sobre o mundo de maneira geral. Essas respostas podem ser muito boas, geniais, explicativas, confirmadoras, porém não são definitivas, serão sempre provisórias. E quando se percebe que as respostas dependem das perguntas feitas levam à criticidade.

Ausubel (1968, p. 152) ainda propõe 4 princípios programáticos do conteúdo como instrumentos facilitadores para se obter uma AS: *diferenciação progressiva; reconciliação integrativa; organização sequencial e consolidação*. Será dado enfoque nesta pesquisa aos princípios a seguir.

A *diferenciação progressiva*, que acontece quando um novo conceito é aprendido pelo processo de dependência do que o educando tem ancorado na estrutura cognitiva modificando seu *subsunçor*. Esse processo permite que as ideias e conceitos apresentados de forma geral no início sejam gradativamente aprofundados, e a *reconciliação integrativa* que acontece quando as ideias da estrutura cognitiva são relacionáveis, promovendo uma reorganização desta estrutura, o que possibilitará a construção de novos significados para os conteúdos, fazendo relações entre as ideias já existentes e os novos conceitos (AUSUBEL, 1968, p. 152).

Para Ausubel (1968, p.131), a assimilação de um novo conceito é obliteradora, ou seja, novas informações bem definidas e estruturadas, não serão mais meras repetições para o educando, a inteiração do *subsunçor* com o novo conhecimento formarão um único conceito significativo e amplo possibilitando, desta forma, a formação na estrutura cognitiva de conceitos mais restritos, tornando mais estáveis as ideias estabelecidas e isto será um indício de que houve uma AS.

Na década de 90, a teoria da AS ganha um sentido humanista com Novak (1996). Para ele, uma teoria voltada para a educação deve considerar seres humanos que pensam, sentem e agem e que se devem ajudar as pessoas dando subsídios para desenvolverem esses sentimentos. Ele acredita também que um evento educativo deve ser acompanhado de uma experiência afetiva, e isto está relacionado com uma das condições necessárias para que ocorra a AS defendido por Ausubel (1968), que é a predisposição para o educando aprender.

Segundo Moreira (2000, p. 7), a aprendizagem significativa crítica (ASC) é aquela que permite ao educando fazer parte de sua vivência considerando hábitos e costumes da cultura em que se encontra inserido, e ao mesmo tempo, estar fora dela, permitindo o educando participar de forma a reconhecer quando a realidade está se afastando de forma que não poderá ser captada pelo grupo. Para esse autor:

Aprendizagem significativa subversiva, ou crítica como me parece melhor, aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolátrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas (MOREIRA, 2010, p. 20).

O educando será o centro da aprendizagem que se construirá gradativamente com a mudança, sem deixar-se dominar por ela. Ele será capaz de manipular a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de que ocorre, de forma a usufruir e desenvolver a tecnologia sem utilizá-la de forma danosa, ou seja, não saudável.

Postman e Weingartner (1969, p. 217 *apud* MOREIRA, 2000, p. 9), afirmam que o educando deve ser preparado para viver em uma sociedade caracterizada por mudanças conceituais, de valores e de tecnologias, embora ainda, a escola tenha conceitos fora de foco. Os autores destacam sete conceitos:

1. O conceito de "verdade" absoluta, fixa, imutável, em particular desde uma perspectiva polarizadora do tipo boa ou má;
2. O conceito de certeza. Existe sempre uma e somente uma resposta "certa", e é absolutamente "certa";
3. O conceito de entidade isolada, ou seja, "A" é simplesmente "A", e ponto final, de uma vez por todas;

4. O conceito de estados e "coisas" fixos, com a concepção implícita de que quando se sabe o nome se entende a "coisa";

5. O conceito de causalidade simples, única, mecânica; a ideia de que cada efeito é o resultado de uma só, facilmente identificável, causa;

6. O conceito de que diferenças existem somente em formas paralelas e opostas: bom-ruim, certo-errado, sim-não, curto-comprido, para cima-para baixo, etc.

7. O conceito de que o conhecimento é "transmitido", que emana de uma autoridade superior, e deve ser aceito sem questionamento.

Moreira (2000, p. 6) defende a visão cognitiva atual, onde a mente humana recebe representações sensoriais do mundo, processa tais informações e computa, gerando representações das coisas do mundo que se encontra. Sendo assim, quando o educando recebe novos conhecimentos, e se predispõe a aprender, constrói representações mentais desses novos conhecimentos. Esse autor (MOREIRA, 2008) usa ainda a ideia defendida por Ausubel há mais de 40 anos, sem se referir ao termo *subsunçores*, pois esses conhecimentos são fundamentais para a cognição da AS. Para ele, “Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo” (MOREIRA, 2000, p. 11).

Para tornar o indivíduo protagonista, crítico da aquisição da AS, e integrar-se com a sociedade, Moreira (2000, p. 8-21) sugere que educadores sigam os princípios propostos pela TASC. Destacam-se alguns destes: *princípio do conhecimento prévio; princípio da interação social e do questionamento; princípio da não centralidade do livro de texto; princípio do aprendiz como perceptor/representador; princípio do conhecimento como linguagem; princípio da consciência semântica; princípio da aprendizagem pelo erro; princípio da desaprendizagem; princípio da incerteza do conhecimento; princípio da não utilização do quadro-de-giz; princípio do abandono da narrativa.*

Nesta pesquisa serão abordados alguns destes, os quais servirão de base teórica para descrição e análise da SD elaborada.

No *princípio do conhecimento prévio* defendida por Moreira (2000, p. 8), a aprendizagem para se tornar significativa e crítica, é necessário transformar um ser em crítico de algum conhecimento, conceito e enunciado. Ele acredita que aprendemos a partir do que já sabemos, ou seja, o nosso conhecimento prévio, seja ele qual for, *subsunçores*, esquemas, construtos, representações ou modelos mentais.

Como propõem Ausubel (1993, 2000), Freire (1996; 2011) e Postman (1996), deve-se ensinar a partir daquilo que os educandos já sabem. Porém, na prática, isso não ocorre. O ensino na escola clássica teria que mudar radicalmente as políticas e procedimentos e criar um ambiente favorável ao ensino, partindo daquilo que o educando já sabe, do que está ancorado na estrutura cognitiva.

Mesmo na época das novas tecnologias de comunicação e informação o que parece prevalecer na escola é aquela que Freire chamou de educação bancária, onde o conhecimento é “depositado” na cabeça do educando, sem relação com seu conhecimento prévio. Para evitar esse tipo de educação clássica, o educador deve valorizar o conhecimento prévio do educando, que será a parte mais importante do processo da ASC.

Princípio da interação social e do questionamento (Moreira, 2000, p. 9), este princípio baseia-se em ensinar a aprender, para ele deve-se propor perguntas ao invés de respostas. A interação social é fundamental para se concretizar um episódio de ensino.

Segundo Gowin (1981), isso ocorre quando há significados em relação aos materiais educativos do currículo compartilhados entre educador e educando. Os significados resultarão da troca de significados entre educando e educador que deve envolver uma constante troca de perguntas ao invés de respostas.

Como afirmam Postman e Weingartner (1969, p. 23 *apud* MOREIRA, 2000, p. 8), todo conhecimento acontece a partir de novas perguntas mesmo que seja pautado em perguntas velhas e esse conhecimento não fica nos livros aguardando que alguém venha aprender.

Segundo Moreira (2000, p. 8), o ensino que é baseado em aulas, cujas respostas sejam transmitidas em primeiro lugar pelo educador para transmitir ao educando e, depois, do educando através de uma prova ou qualquer outro instrumento avaliativo para o educador, não gera uma aprendizagem crítica e sim, mecânica. Entretanto, o ensino centrado na interação entre educador e educando com ênfase nas perguntas tende a ser crítico, desenvolvendo dessa forma a ASC.

Este princípio não invalida os momentos explicativos em que o educador expõe um assunto, explica algo, o importante é que educador e educandos assumam uma postura questionadora, onde o diálogo e a curiosidade estejam presentes em suas ações, tornando desta forma, a aprendizagem crítica.

Princípio da não centralidade do livro texto (MOREIRA, 2000, p. 10), o uso do livro didático utilizado no ensino clássico, representando o local de onde educadores retira o

conhecimento passa ser questionado. Esse material didático deveria servir de apoio para educadores e educandos, muitas vezes é utilizado de forma exagerada. Desta forma, a dependência do seu uso é considerada fundamental para a aprendizagem de acordo com o sistema ainda vigente.

Para Postman e Weingartner (1969 *apud* MOREIRA, 2000, p. 9), o conhecimento está no livro à espera de que o educando o utilize para aprender sem questionar. O livro é utilizado para documentar de maneira compacta o conhecimento produzido como nos artigos científicos, poesias e tantos outros materiais.

Este princípio propõe que se utilizem materiais diversificados, ao invés da "centralização" em livros de texto, pois desta forma, facilita a ASC, tendo em vista que o educando passa a construir em parceria com o educador, novos conhecimentos, utilizando outros recursos didáticos propostos e que levam ao questionamento. Para isso, deve-se utilizar uma diversidade de materiais educativos com a finalidade de substituir o livro de texto, um instrumento didático considerado tradicional, que estimula a aprendizagem mecânica, considerado transmissor de verdades certas, e que apresenta capítulos considerados "seguro" para educadores e educandos.

A utilização do livro didático deveria ser considerada apenas um instrumento dentre vários outros materiais educativos para ajudar na AS. A utilização apenas dos livros didáticos em qualquer disciplina como o único instrumento de aprendizagem, vai contra a facilitação da ASC. É uma prática docente que acaba domesticando os educandos, não apresenta a característica de formadora, tanto para educandos como para educadores.

Princípio do aprendiz como perceptor/representador, é a partir de como o indivíduo percebe o mundo, que ele o representa. O indivíduo recebe e dá significado as coisas, associando a funcionalidade e dando sentido as coisas do mundo. Esta percepção deve estar associada às experiências do presente e do passado, daí a necessidade do educador e o educando se interagirem socialmente, permitindo que o educando perceba de maneira diversificada os materiais educativos do currículo.

Princípio do conhecimento da linguagem é fundamental para a compreensão de um conhecimento, ou de um conteúdo. O conhecimento é a linguagem, e para conhecer temos que ter domínio da linguagem. Desta forma, aprender de forma crítica é vislumbrar que a nova linguagem é uma forma diferente de enxergar o mundo.

Princípio da aprendizagem pelo erro (MOREIRA, 2000, p. 14), este princípio parte do pressuposto que o homem ao corrigir seus erros, aprende. Não se pode “punir” quem erra. O errado é pensar que a certeza existe que a verdade é absoluta e que o conhecimento é vitalício.

Não se deve confundir aprendizagem pelo erro com o conceito de aprendizagem por ensaio-e-erro, cujo significado é geralmente equivocado. Tendo em vista que o conhecimento prévio é o fator determinante da AS, que quando se segue essa linha deixa de ser um processo tradicional focado na teoria e no treino de pergunta e resposta, que caracteriza a aprendizagem por ensaio-e-erro, o sentido nesta concepção, é que o ser humano erra o tempo todo. O método científico utilizado neste princípio é pautado na correção do erro, sendo desta forma, o conhecimento humano construído através da superação do erro.

Segundo Moreira (2000, p.14), a escola contemporânea ainda pune o erro e busca promover a aprendizagem de fatos, leis, conceitos e teorias, como verdades absolutas. Nessa escola, os educadores são detentores de verdades e os livros estão cheios dessas verdades.

Para Postman (1996, p. 120 *apud* MOREIRA, 2000, p. 16), os educadores devem reverter os papéis, se transformando de forma que possam detectar os erros de seus educandos e tentar ser um mediador para que seus educandos possam corrigir seus erros a partir da correção dos conceitos definidos de forma errada, e desta forma, reduzir erros em seus conhecimentos e habilidades, o que os ajudariam a ser também detectores de erros, ratificando à ideia de ASC.

Ao buscar insistentemente o erro, o educando está pensando criticamente, ou seja, o educando acaba aprendendo a aprender de forma crítica, eliminando as certezas, encarando o erro como algo natural e aprendendo através de seus interesses.

Princípio da não utilização do quadro de giz (MOREIRA, 2000, p. 17), este princípio complementa o princípio da não centralidade do livro texto. O texto do livro está relacionado à autoridade de onde origina o conhecimento e o quadro-de-giz, ao local aonde é registrado o conhecimento do livro, ou seja, local aonde o ensino é transmitido. O educador é considerado autoridade que reproduz o que está no livro, muitas vezes, resolvendo exercícios, para que os educandos copiem e estudem na véspera da prova e nela coloquem o que conseguiram memorizar.

Na verdade, o educando decora sem nenhum significado. A aprendizagem deixa de assumir o seu significado e passa acontecer sem nenhuma criticidade. Esta aprendizagem é tradicional onde o educador escreve no quadro, os educandos copiam, decoram e reproduzem.

Neste modelo, há uma cumplicidade com a aprendizagem mecânica, que ainda se destaca na maioria das escolas.

Eliminar o quadro-de-giz não resolve o problema, outros instrumentos semelhantes acabam ocupando o lugar do quadro, acabando substituindo o quadro de giz, mantendo esse tipo de ensino, até mesmo o moderno o *Datashow* ou lousa digital entre outros instrumentos com coloridas apresentações em *Power Point*, poderá servir para isso. O quadro-de-giz ainda representa e estimula o ensino, no qual o educando espera que o educador escreva respostas certas e ele parece convencido que esta é a melhor maneira de promover o ensino.

A proposta é buscar estratégias simples, mas que o educando seja o protagonista de suas ações. Devem-se usar estratégias diversificadas de ensino que estimulem a participação ativa do educando e que, promovam realmente um ensino centrado no educando, o que o tornará protagonista no ensino, condição fundamental para facilitar a ASC.

A busca de estratégias sofisticadas não é algo que se deve enfatizar, o ideal será minimizar o uso do quadro-de-giz, o que poderá levar ao uso de atividades com a participação ativa dos educandos no processo de aprendizagem como utilização de seminários, elaboração de projetos, utilização de simuladores, entre outras estratégias de ensino que facilitará tanto a implementação dos demais princípios em sala de aula como também o papel mediador do educador.

Princípio da consciência semântica (Moreira, 2000, p.20) está relacionado a dar significado as pessoas e não as palavras, levando em consideração a experiência pessoal de cada um, desta forma, se vê a importância do conhecimento prévio na aquisição de novos significados. Quando o indivíduo não consegue atribuir significados às palavras, a aprendizagem torna-se mecânica e não significativa.

Segundo Postman e Weingartner (1969, p. 106 *apud* MOREIRA, 2000, p. 20) a outra condição necessária e está relacionada com à primeira, é a de que as palavras não são aquilo ao qual se referem repetitivamente, muito pelo contrário, ela representa a coisa.

Outro ponto relacionado a consciência semântica necessária à AS é dar significados diferenciado de acordo com o contexto. Para Gowin (1981), o ensino se concretiza quando educando e educador compartilham significados sobre os materiais educativos, de forma a aprender de maneira significativa e para isso, o educando deve relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal, à sua estrutura prévia de significados aqueles que adquiriu dos materiais potencialmente significativos.

Princípio do abandono da narrativa (MOREIRA, 2000, p. 18), o ensino de hoje, ainda segue os modelos clássicos vigentes onde os educadores continuam usando os métodos tradicionais mudando somente o recurso, e continuam a reproduzindo os conceitos presentes nos livros textos, e por sua vez, os educandos copiam e estudam para prova. Muitos educadores, geralmente considerados ótimos educadores, até mesmo grandes educadores, fazem excelentes exposições orais, encantam seus educandos explicando de forma clara certos assuntos.

Esses educandos anotam o que podem e saem da aula com a sensação de que entenderam o assunto. Mas, normalmente, se as questões elaboradas necessitarem de aplicação dos conceitos trabalhados, provavelmente o resultado será pobre, e muitas vezes, os educandos não conseguem solucionar as questões sequências, argumentando que o assunto não foi dado em aula.

Utilizando essa estratégia, deve-se refletir em relação a dinâmica dessas aulas expositivas, se realmente resultarão em aprendizado, se haverá algum indício de lembrança do assunto alguns meses e anos depois. “A educação deveria buscar aprendizagens relevantes, de longa duração, que alterassem para sempre nossa apreciação do mundo, aprofundando-a, ampliando-a, generalizando-a, intensificando-a” (op. cit., p. 37). O ensino atualmente deve ser centrado no educando, o educador deve exercer papel de mediador onde o principal objetivo é uma aprendizagem focada em aprender a aprender, onde o educando fala mais e o educador fala menos.

Segundo Finkel (2000), a narrativa não é a melhor forma de ensinar e temos que rever nosso modelo de bom educador. Nessa linha, ele propõe a metáfora “Dar aula com a boca fechada” (op. cit., p. 45), onde propõe uma reflexão em torno das problemáticas clássicas sobre a docência considerada boa. Quando o educador permite que o educando fale, ele cria meios pelos quais os educandos possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o resultado de suas atividades colaborativas, capaz de receber e fazer críticas.

Neste princípio, o educando é um ser ativo e não passivo. O educando tem que aprender a interpretar, a negociar significados, tem que aprender a ser crítico e a aceitar a crítica. Aceitar sem questionar a narrativa do educador considerado bom, não leva a uma ASC, a uma aprendizagem relevante, de longa duração, não leva ao aprender a aprender.

O princípio do abandono da narrativa implica em buscar outras maneiras de ensinar, nas quais o educador fale menos, narre menos, e o educando fale mais, participando criticamente de sua aprendizagem.

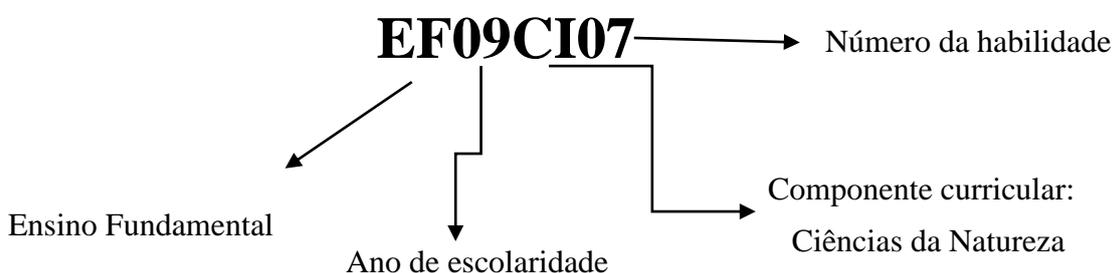
2.2 O Ensino de Ciências nas séries finais do ensino fundamental segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2017, p. 16) explicita o seu compromisso com a educação integral. Este documento tem como objetivo maior levar o educando a compreender a complexidade e a não linearidade do desenvolvimento humano, rompendo com visões reducionistas, assumir uma visão plural, singular e integral da criança, do adolescente, do jovem e do adulto.

A BNCC (2017, p. 321-322) determina que ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tenha um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), como também transformá-lo.

O currículo da disciplina Ciências da Natureza se encontra estruturado na BNCC (2017, p. 345-352) em três unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida e Evolução e Terra e Universo. Estas unidades temáticas são acompanhadas respectivamente pelos objetos de conhecimento e habilidade que devem ser trabalhadas no Fundamental. No Quadro 01 estão destacadas a unidade temática matéria e energia com seus respectivos objetos de conhecimento e habilidades referentes as séries finais do ensino fundamental.

As habilidades vêm prescindidas de um símbolo, de acordo com o exemplo a seguir:



Quadro 01 – Unidades temáticas e os respectivos objetos de conhecimento e habilidades.

Unidade Temática	Objetos de Conhecimento	Habilidades
Matéria e	Aspectos quantitativos das transformações químicas; Estrutura da matéria	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

Energia		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.
	Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas. (EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento. (EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas. (EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização). (EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
Vida e evolução	Preservação da biodiversidade	(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

Fonte: BNCC (2017, p. 345-352).

Segundo Sasseron (2018, p. 1062), a situação da uma sala de aula da escola brasileira, com raras exceções, pouco se difere entre si. Geralmente as aulas acontecem de forma tradicional, onde o educador apresenta o tema, exemplifica, tira dúvidas e propõe atividades de fixação; os estudantes anotam e respondem as atividades propostas pelo educador. Muito pouco é explorado, em sala de aula, sobre práticas e normas que caracterizam uma área de conhecimento e a abordagem das disciplinas fica restrita aos tópicos conceituais que a constituem.

Há mais a se ensinar do que aquilo que o educador é capaz de apresentar e reproduzir em quadros, esquemas, slides e lousas e há mais a se aprender do que aquilo que os educandos registram em suas memórias, em seus cadernos e reconhecem como dúvidas no instante em que tomam contato com o novo tema (SASSERON, 2018, p. 1062).

Sasseron (2018) ainda afirma que a identificação conjunta das práticas de Ciências pode potencializar o desenvolvimento da alfabetização científica, de forma que os sujeitos reconheçam o modo como as ciências entendem os fenômenos, e utilizem esses modos para

estruturar ideias e pensamentos, analisar fenômenos, situações e tomar decisões. Ainda sugere que as unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo, presente no texto da BNCC, sejam trabalhadas se buscando consolidar relações que expressem temas sobre sustentabilidade ambiental, saúde e tecnologia.

2.3 Enfoque em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

De acordo com Santos e Mortimer (2002, p. 4-5), o uso dos termos de ensino CTS/CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) na literatura científica surge a partir do agravamento dos problemas ambientais gerados após a Segunda Guerra Mundial. O objetivo foi preparar os educandos a atuarem com consciência ética para o exercício da cidadania, através da abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social, e incorporando para isso, questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência.

Para Martins (2020, p. 21) o termo CTS apareceu nos anos 80. A inclusão do 'A' CTSA surge após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento ECO/92, que aconteceu no mês de junho de 1992, no Rio de Janeiro, onde houve um apelo aos educadores para incluir na educação de crianças e jovens a reflexão e compreensão dos graves problemas planetários.

A ciência e a tecnologia têm sido utilizadas pelo humano e vem interferindo no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a ideia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e suas aplicações (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 111).

Santos (2008, p. 114) defende que pensar em uma educação científica crítica significa atuar de forma a questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade em se encontra inserido. O cidadão deve ser protagonista, não se deve treinar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no educando representações que o preparem a absorver novas tecnologias. Essas concepções devem estar claramente explicitadas nos cursos com enfoque CTSA, para não gerar uma concepção ingênua da visão de ciência.

O desenvolvimento de currículos e estratégias com foco em CTSA é ratificado pela Agenda 2030 (BRASIL, 2015), que é uma declaração com um quadro de resultados constando dos 17 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e suas 169 metas criados para enfrentar os desafios sociais no início do século XXI surgido nos anos 1990.

Após o estudo e análise dos resultados até 2015, formou-se em grupo composto por 70 países para a elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com a participação da sociedade civil, da comunidade científica e do sistema das Nações Unidas. Firmaram o compromisso de tomar medidas revolucionárias e transformadoras nos próximos 15 anos, que promovesse o desenvolvimento sustentável de forma a priorizar a economia verde no contexto de atitudes sustentáveis com foco na erradicação da pobreza.

Dos 17 ODS que devem ser alcançados até o ano 2030, pode-se destacar: erradicar a extrema pobreza e a fome; atingir o ensino básico universal; garantir a sustentabilidade ambiental e estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento sustentável de forma a construir um mundo melhor.

Historicamente pode-se constatar a importância da sustentabilidade humana na fala de Mello e Silva (2011), quando ponderam sobre a irrigação desde a era primitiva:

Na literatura, nota-se que a irrigação foi uma das primeiras modificações no ambiente realizadas pelo homem primitivo. As primeiras tentativas de irrigação foram bastante rudimentares, mas a importância do manejo da água tornou-se evidente na agricultura moderna. Tribos nômades puderam estabelecer-se em determinadas regiões, irrigando terras férteis e, assim, assegurando produtividade suficiente para a sua subsistência (MELLO; SILVA, 2011, p. 11).

Nesse contexto, utilizar da tecnologia para minimizar o desperdício e aprimorar a irrigação no mundo contemporâneo é uma necessidade e ação que atende a um dos objetivos da agenda 2030, garantindo dessa forma a sustentabilidade ambiental.

2.4 O conceito de ENERGIA e algumas de suas diversas aplicações

Nesta pesquisa foi realizada a análise dos tópicos relacionados ao conceito de Energia no estudo de temáticas como a fotossíntese, trocas energéticas, processos de trocas de calor, cultivo de vegetais, irrigação automatizada, dentre outros. Foram utilizados como base para esse tema os livros Física Conceitual, (2015, p. 113-114; 285-287; 302-309), *Atomic Structure and Periodicity. In Chemistry* (2003, 94-290) e *Principles of Biology* (2016, p. 51-57, 305-350, 367-372, 524-529).

Sabe-se que definir energia é algo muito complexo. Além de um significado específico para ciências, a palavra energia é utilizada em vários contextos com significado diversos. Quem nunca ouviu frases do tipo: “Atue com energia nesse caso!”; “Essa criança tem muita energia! Ela não para!”; Na primeira frase, a palavra energia significa firmeza, vigor; na

segunda, sugere disposição, vitalidade. Já nas frases seguintes o termo assume significado científico, (HEWITT, 2015, p. 113):

“O petróleo é importante fonte de energia”;

“O Brasil precisa construir mais hidrelétricas que forneçam energia elétrica”;

“O Brasil deve investir em fontes alternativas de energia”.

Para Hewitt (2015), o conceito de energia pode ser entendido como:

Esse “algo” dado ao objeto capacitou-o a realizar trabalho. Esse “algo” pode ser uma compressão nos átomos do material de um objeto; pode ser uma separação física entre dois corpos que se atraem; pode ser uma redistribuição das cargas elétricas dentro das moléculas de uma substância. Esse “algo” que torna um objeto capaz de realizar trabalho é a energia. O conceito de energia era desconhecido de Isaac Newton e sua existência era ainda fonte de debates na década de 1850. Embora familiar, a energia é de difícil definição. A energia é percebida nas coisas apenas quando ela está sendo transferida ou transformada (HEWITT, 2015, p. 113).

Embora a palavra energia seja empregada em vários contextos, não se tem uma definição precisa como há com outras grandezas em Física. A definição que mais se aproxima do conceito de energia é a capacidade de realizar trabalho. A energia pode se apresentar em diferentes formas tais como: energia química, energia elétrica, energia luminosa e energia térmica. Além desses tipos de energia há outro tipo de energia que é muito menos conhecida, que está associada aos meios bióticos e abióticos. Para entender como essa energia flui para dentro e para fora dos sistemas biológicos, é preciso conhecer mais sobre os diferentes tipos de energia que existem no mundo físico.

A *Lei de Conservação da Energia* surgiu baseada nos estudos das várias formas de como a energia se manifesta e se transforma na natureza, “A energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante” (HEWITT, 2015, p. 117-118). Por essa lei, conclui-se que a energia nunca será dissipada totalmente, surgirá sempre outra a partir de uma energia já existente.

A *Energia Mecânica* é exemplificada por Hewitt (2015):

Para se erguer um pesado martelo de um bate-estacas, é necessário realizar trabalho, e, em consequência, o martelo adquire a propriedade de ser capaz de realizar trabalho sobre uma estaca, caindo sobre ela. Quando um arqueiro realiza trabalho para esticar um arco, este adquire a capacidade de realizar trabalho sobre a flecha. De modo semelhante, o transporte de substâncias por vasos lenhosos de um vegetal também é resultante do trabalho de absorção das raízes. A energia mecânica está associada ao movimento de alguma coisa (energia cinética). (HEWITT, 2015, p. 113).

A *Energia Cinética* está associada ao movimento inercial da matéria. Ela é igual ao produto da massa pelo quadrado da velocidade, multiplicado pelo fator $\frac{1}{2}$, conforme equação (1):

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 \quad (1).$$

Uma criança correndo pela rua e um avião voando do Rio de Janeiro para São Paulo, são exemplos de sistemas que contêm energia cinética.

Um sistema pode armazenar energia devido a posição relativa entre os elementos que o compõem. A energia armazenada em um sistema é chamada de *energia potencial (EP)*. Por exemplo, uma mola esticada ou comprimida tem o potencial de realizar trabalho. Quando um arco é vergado, é armazenada energia nele.

A energia solar é muito importante para a vida na Terra. Além de aquecer o planeta, mantendo a temperatura em uma faixa que propicia a vida, a energia solar também é transformada por seres fotossintetizantes em energia química que sustenta a cadeia alimentar. A energia solar tem origem no processo de fusão termonuclear que ocorre no Sol. Neste processo, que acontece devido à alta força gravitacional e temperatura, núcleos de átomos de hidrogênio se fundem e formam núcleos de hélio. A energia liberada nessa reação é a chamada de energia nuclear (como se origina no Sol, também é conhecida como energia solar). A energia nuclear é oriunda da variação de massa na reação, a massa “perdida” é transformada em energia.

A *Energia Química* dos combustíveis também é uma energia potencial, geralmente ela é conhecida como energia de posição em nível microscópico. Essa energia se manifesta quando as posições das cargas elétricas dentro e entre as moléculas são alteradas, isto é, quando ocorre uma reação química. Qualquer substância capaz de realizar trabalho por meio de reação química possui essa energia potencial. Essa forma de energia é encontrada em combustíveis fósseis, pilhas e nos alimentos que consumimos. A existência de células vivas depende fortemente de energia potencial química

O processo pelo qual a energia pode ser liberada pela quebra de certas ligações químicas confirma que a energia potencial química está presente no processo. Da mesma forma podemos afirmar que há energia potencial química armazenada nas ligações de todas as moléculas de alimentos que ingerimos, isso ocorre porque esses vínculos podem liberar energia quando quebrados.

2.4.1 Transferência e transformação de energia

De acordo com Hewitt (2015, p. 285-287), a matéria é formada por átomos que se agrupam formando as moléculas que compõem os corpos. Essas estruturas constituintes da matéria estão em constante agitação e isso acontece de forma aleatória, isto as diferenciam em relação ao seu estado físico. A temperatura é a grandeza física que mede o grau de agitação médio das moléculas. Quanto maior for grau de agitação médio das moléculas, maior será a temperatura do corpo. A agitação molecular está relacionada a energia cinética, translacional, rotacional e vibracional das mesmas. Já o calor é definido pela energia em trânsito que flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura e esse calor se propaga por meio da: condução, convecção e pela radiação.

Quando um sistema está com temperatura maior que a sua vizinhança, as partículas que compõem esse sistema estão mais agitadas que as partículas das regiões vizinhas. Essas partículas mais agitadas colidem com as menos agitadas e após a colisão, as partículas que estavam mais rápidas (agitada) perdem energia, ficando assim mais lentas, enquanto as que estavam mais lentas ganham energia, ficando mais rápidas. Usando o conceito de temperatura a região que estava com a maior temperatura, esfria, enquanto a que estava com menor temperatura, esquenta. Esse mecanismo de transmissão de energia (calor) é chamado de condução. Exemplo desse mecanismo é quando pegamos em uma extremidade de uma barra com a mão e a aquecemos a outra extremidade com uma lamparina depois de poucos minutos o calor chega até a mão, podendo até causar queimaduras (HEWITT, 2015, p. 301).

Ao aquecer a água no fundo de uma panela, as moléculas da água se dilatam ficando menos densa. Essa água menos densa sobe levando consigo a energia térmica nela contida. Importante destacar que essa mobilidade interna não existe em sólidos, impedindo assim esse processo nos mesmos. Esse mecanismo de propagação de energia é chamado de convecção. A última forma de propagação de calor é a radiação. Nesse mecanismo a energia é propagada em forma de ondas eletromagnéticas (radiação térmica). Por não ser necessário um meio para propagar o calor, esse mecanismo permite que o calor liberado pelo Sol aqueça a Terra (IBID, 2015, p. 304-305, 307).

Uma célula viva obtém e transforma energia, nem toda transformação de energia é eficiente, sempre há uma certa quantidade de energia que é perdida de uma forma que não pode ser utilizada. O grande desafio para todos os organismos vivos é obter essa energia do

ambiente e transformar em energia útil, conforme representa a Figura 1 (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 309).

As células vivas evoluíram e com elas, o organismo passou a realizar várias reações químicas, como o armazenamento das moléculas orgânicas, como açúcares e gorduras, que é convertida por meio de uma série de reações químicas que ocorre nas células em energia, essa por sua vez se manifesta em forma de moléculas trifosfato de adenosina (ATP). A energia destas moléculas de ATP é utilizada para construir moléculas complexas, transporte de materiais, movimento dos batimentos dos cílios ou flagelos, contração de fibras musculares para criar movimento e reprodução (IBID, 2016, p. 309).

Figura 1 – Transformação de Energia de um sistema para outro

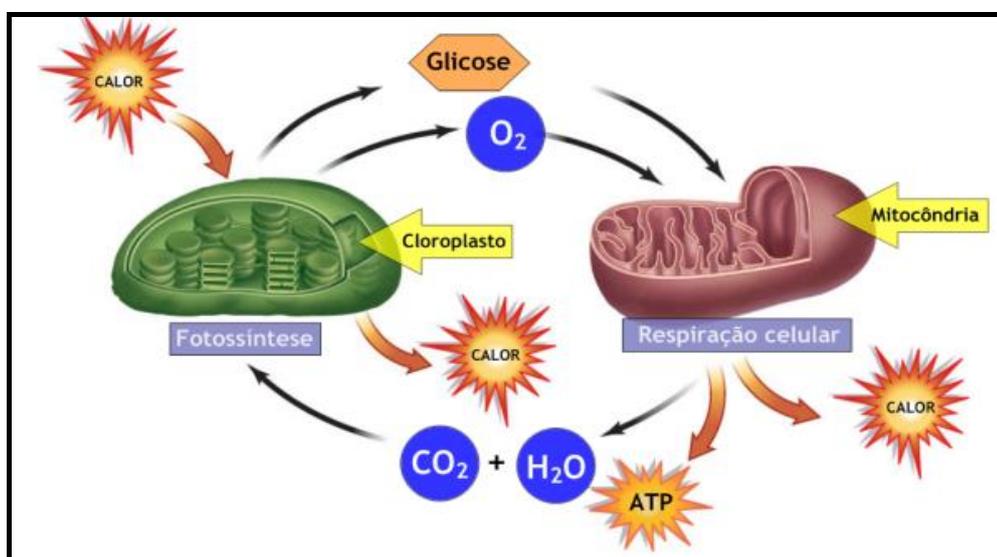


Fonte:²

² Disponível em: <https://cdn.kastatic.org/kaperseusimages/5018ca52ba821b02e4303bdcc8030f54a9963963.png> (adaptada). Acesso em 11/11/19.

Todas as formas de vida na Terra direta ou indiretamente obtém sua energia do Sol. Vários processos metabólicos absorvem e utilizam a energia solar, convertendo uma parte dessa energia em energia química e a outra parte deixa o sistema em forma de calor, confirmando a 2ª Lei da Termodinâmica³ (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 309) demonstrado na Figura 2, onde a energia potencial química do sorvete é transformada em energia cinética e a energia luminosa do Sol é absorvida pela clorofila e transformada pelo processo da fotossíntese em matéria orgânica, glicose.

Figura 2 – Ciclo de energia no sistema vivo



Fonte:⁴

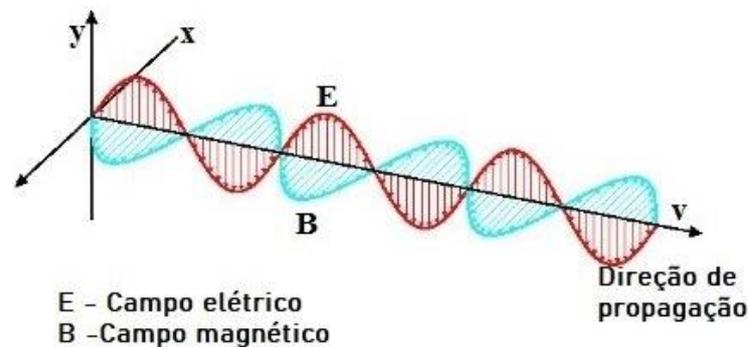
2.5 Espectro eletromagnético

Parte do calor de uma fogueira, a luz do Sol e o raio X usado pelo médico são exemplos de *radiação eletromagnética*, ou *onda eletromagnética*. Onda eletromagnética é uma forma de propagação de energia, formada pela combinação de um campo magnético oscilante com um campo elétrico oscilante, cuja direções são perpendiculares. A Figura 3 representa essa combinação, onde o campo elétrico oscila para cima e para baixo no plano da folha de papel (ou tela) e o campo magnético oscila para dentro e para fora da folha de papel e a onda se propaga na direção mutuamente perpendicular aos campos, Bear e Rintoul (2016, p. 337).

³ Trata-se da transferência de energia térmica, o que acontece de forma espontânea, do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

⁴ Disponível em: <https://vamosestudarfisica.com/wp-content/uploads/2020/04/Ondas-Eletromagn%C3%A9ticas.jpg>. Acesso em 19/12/20.

Figura 3 – As ondas eletromagnéticas consistem em um campo elétrico oscilante com um campo magnético oscilante perpendicular



Fonte:⁵

O conjunto de todas as ondas eletromagnéticas é conhecido como o espectro eletromagnético. As radiações eletromagnéticas que compõem o espectro podem ser classificadas e organizadas de acordo com suas frequências (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 337).

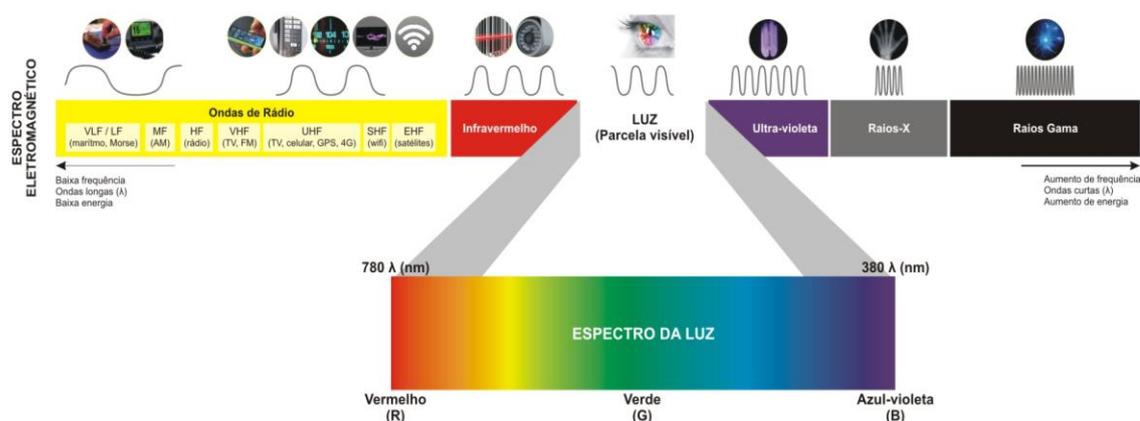
No espectro eletromagnético proveniente do Sol, pode se identificar vários tipos de radiação eletromagnética como raios X e raios ultravioleta (UV). As relações entre a frequência da radiação e a intensidade energética se dá da seguinte forma, a onda de alta frequência (onda curta) concentra energia mais alta, essa radiação pode penetrar nos tecidos e danificar as células e o ácido desoxirribonucleico (DNA), o que explica por que a exposição aos raios X e os raios UV podem causar danos aos organismos vivos. Já a onda de baixa frequência (onda longa) apresenta baixa concentração de energia sendo menos nociva (IBID, 2016, 337).

Na Figura 4, representa o espectro com os tipos de radiação eletromagnética existentes no nosso universo. Os raios gama têm a frequência mais alta, enquanto as ondas de rádio têm as mais baixas.

Ao observar a Figura 4, verifica-se que o espectro visível da luz compõe apenas uma pequena fração dos diferentes tipos de radiação existentes. À esquerda do espectro visível, encontramos os tipos de ondas de frequência mais baixa (maior comprimento de onda). Nessa faixa de energia estão incluídas a radiação infravermelha, que são ondas de calor emitidas por corpos térmicos. As micro-ondas e as ondas de rádio. Esses tipos de radiação estão presentes ao nosso redor e não são prejudiciais, pois suas frequências são muito baixas.

⁵ Disponível em: <https://cdn.kastatic.org/kaperseusimages/328c5f229bca21378ff275ead9055a4a4f1afad3.png>. Acesso em 20/11/19.

Figura 4 – Comprimento das ondas no Espectro eletromagnético



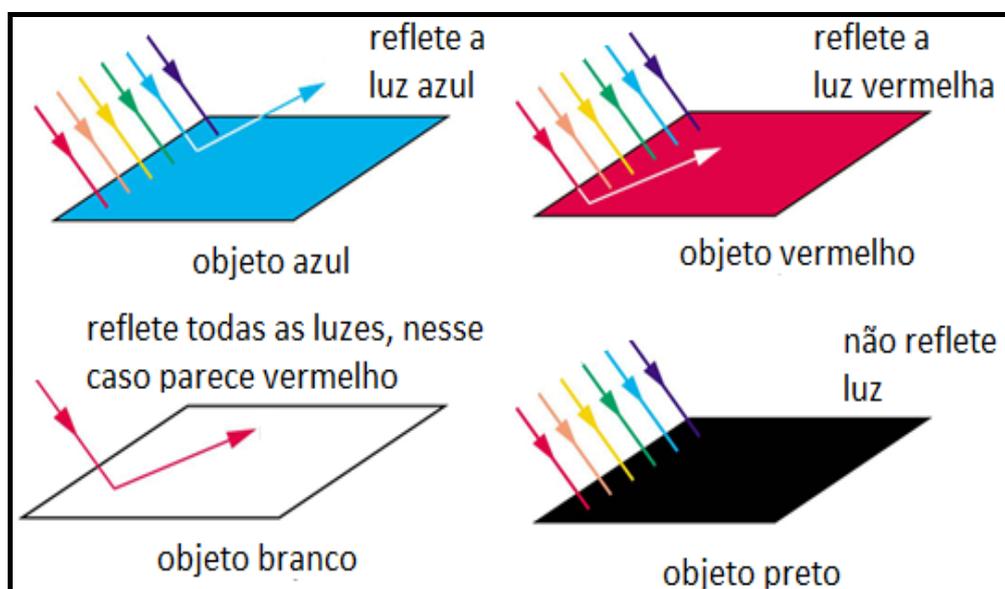
Fonte: ⁶

À direita do espectro visível, temos os raios UV, raios X e raios gama. Esses tipos de radiação são prejudiciais para os organismos vivos, devido às suas frequências altas e, conseqüentemente, altas energias. É por isso que passamos protetor solar na praia (para bloquear os raios UV do Sol) e é por isso também que o radiologista coloca protetores de chumbo em nós, para evitar que os raios X entrem em qualquer lugar diferente da área do nosso corpo que está sendo examinada. Os raios gama, de maior frequência e energia, são os mais prejudiciais. A atmosfera absorve os raios gama do espaço, protegendo-nos dos possíveis danos (IBID, 2016, p. 339).

O Sol é uma fonte natural de luz visível que enxergamos como luz branca, já as lâmpadas são fontes artificiais. Essa cor também conhecida como cor-luz ou cor-energia é formada pela emissão direta de luz. A cor-pigmento é refletida por luz branca e percebida pelo olho humano, conforme mostrado na Figura 5. Essa cor-pigmento dependerá da luz utilizada para iluminar o objeto e da sua capacidade de absorção e reflexão de cada frequência de cor (IBID, 2016, p. 341).

⁶ Disponível em: < <https://estudodacor.files.wordpress.com/2014/08/espectro-eletromagnetico1.jpg> >. Acesso 2/12/2020.

Figura 5 – Capacidade de reflexão da onda eletromagnética



Fonte:⁷

A Figura 5, mostra a capacidade de reflexão da onda eletromagnética proveniente do Sol. A luz branca ao incidir sobre um objeto azul refletirá a luz azul e sobre um objeto vermelho, a luz vermelha. Já a incidência da luz no objeto branco haverá a reflexão de todas as luzes e no caso esboçado reflete o vermelho e o objeto preto, não reflete nenhuma luz.

2.6 Fotossíntese - síntese de matéria orgânica

O processo da fotossíntese tem início a partir da absorção da luz emitida pelo Sol pelos seres fotossintetizantes por meio dos pigmentos orgânicos. As plantas apresentam dois tipos de pigmentos fotossintéticos, os do grupo das clorofilas e dos carotenoides, cada grupo apresenta vários tipos de moléculas de pigmento. As principais clorofilas são: **a**, **b**, **c** e **d**. A clorofila **a** e clorofila **b** são encontrados em cloroplastos de plantas superiores⁸ (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 335-336).

Os carotenoides são pigmentos presentes nas frutas como: o licopeno, vermelho do tomate; o zeaxantina, que é amarelo das sementes de milho ou β -caroteno, que se manifesta pela cor laranja de uma casca de laranja. Os carotenoides são encontrados na membrana dos tilacoides, que são moléculas cuja função é descartar o excesso de energia. Esse processo

⁷ Disponível em: <https://cdn.kastatic.org/kaperseusimages/7133281e21114abc4a84600a27392f3e45a4a75e.png>. Acesso em 20/10/19.

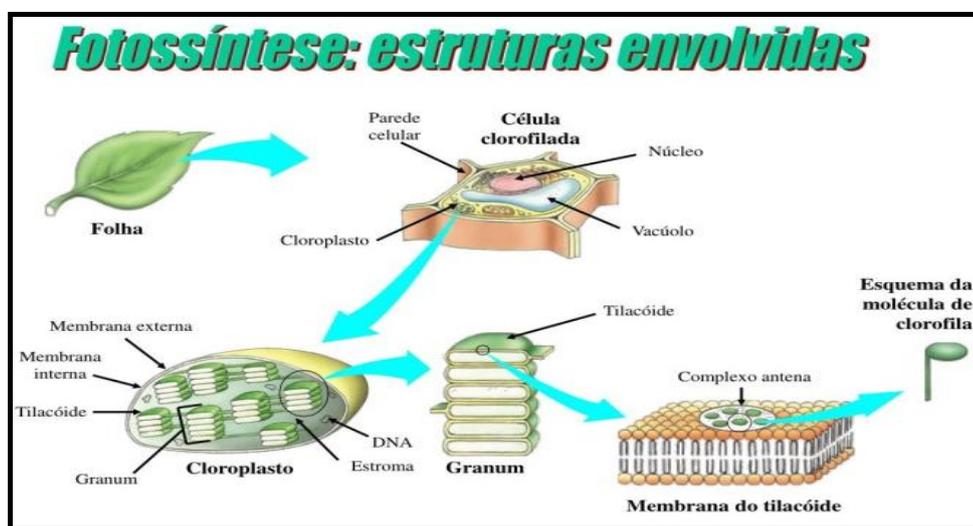
⁸ Vegetais que apresentam estruturas chamadas flores e órgãos reprodutores de fácil observação são conhecidos como vegetais superiores.

acontece quando as plantas absorvem e consomem essa energia em forma de calor (IBID, 2016, 338).

Na retina humana existem pigmentos orgânicos assim como o do tilacoide, presente no cloroplasto do vegetal. Apresenta uma faixa estreita de níveis de energia que podem absorver. Esses níveis de energia inferiores aos da luz vermelha não são suficientes para elevar um elétron a um orbital mais energético (excitar o elétron). Já os níveis de energia superiores aos da luz azul separam fisicamente as moléculas, esse processo é chamado de branqueamento. Os pigmentos da retina apenas visualizam ou absorvem os comprimentos de ondas entre 700 nm e 400 nm de luz, o que é chamado de luz visível. Pelo mesmo motivo, as moléculas de pigmento das plantas absorvem a luz nesta pequena faixa do espectro eletromagnético e esse intervalo referente as plantas, é conhecido por radiação fotossinteticamente ativa (IBID, 2016, p. 331).

Existem outros tipos de pigmentos que podem realizar a fotossíntese, mas a clorofila é a mais comum. A Figura 6 mostra uma pilha de tilacoides, chamada *granum* e o espaço ao redor da *granum* é chamado estroma.

Figura 6 – Estrutura interna dos estômatos – sistema fotossintético

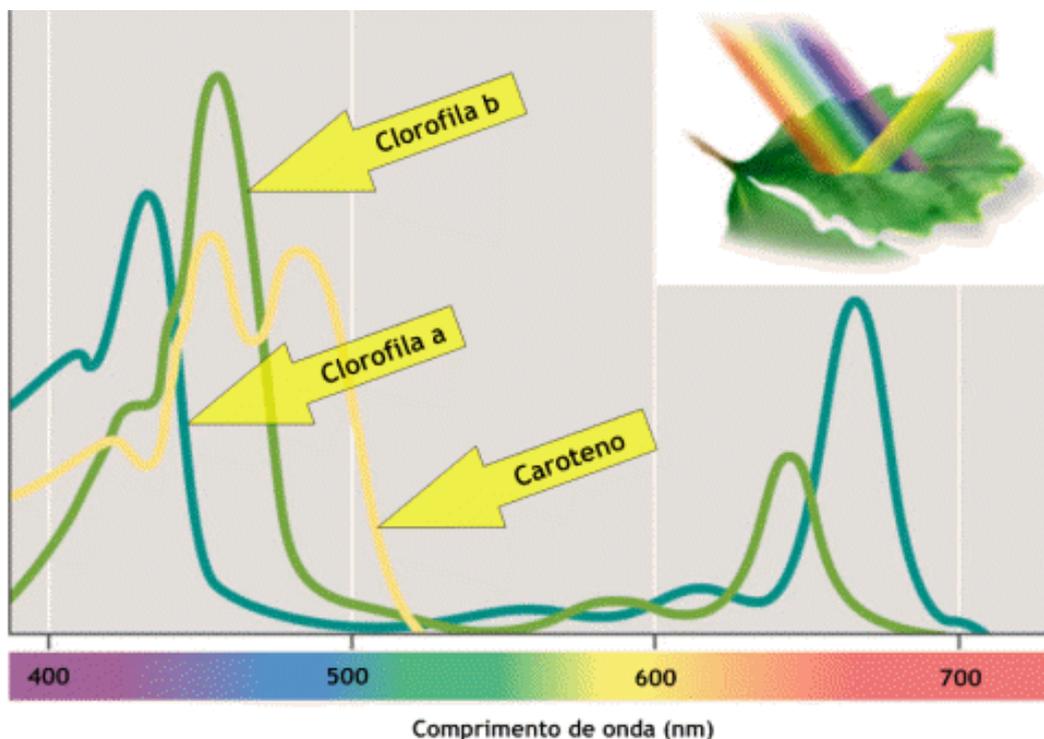


Fonte:⁹

Para absorver certos comprimentos de onda da luz visível, os diferentes tipos de pigmentos evoluíram. Eles refletem ou transmitem os comprimentos de onda que não podem absorver, se manifestando na cor correspondente (Figura 7).

⁹ Disponível em: <<https://image1.slideserve.com/2378815/slide13-1.jpg>>. Acesso em 20/11/19.

Figura 7 – Pigmentos fotossintetizantes e a reflexão e absorção da luz visível



Fonte:¹⁰

Vale ressaltar, que nem todos os organismos fotossintéticos têm acesso total à luz solar, alguns deles crescem debaixo d'água, onde a qualidade e a intensidade da luz diminuem e podem mudar de acordo com a profundidade. Existem alguns organismos que crescem competindo para ter acesso a luz, como as plantas que ficam na parte inferior da floresta tropical que são capazes de absorver qualquer luz que passa, tendo em vista que as árvores mais altas absorvem a maior parte da luz solar espalhando a radiação solar restante. Desta forma, as plantas que crescem à sombra tendem a se adaptar a níveis mais baixos de luz, o que altera as concentrações relativas de seus pigmentos de clorofila (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 340).

2.6.1 Dependência solar e produção de alimentos

A planta obtém energia pelo fenômeno da *Fotossíntese* convertendo a energia solar em energia química, e é essa energia que será usada para produzir moléculas de carboidratos. Essa matéria orgânica, por sua vez, reage com o oxigênio (O₂) produzindo energia pelo processo de respiração celular. As células então usam essa energia para executar suas

¹⁰ Disponível em: <https://colegiovascodagama.pt/ciencias3c/decimo/images/clo2.gif> Acesso em 02/12/20.

atividades orgânicas, bem como permitir que os seres vivos se movimentem (BEAR; RINTOUL, 2016, p.332).

Pela fotossíntese a energia entra nos ecossistemas do nosso planeta de forma contínua sendo convertida de um organismo para outro até praticamente toda a energia produzida seja transferida e liberada na forma de energia térmica. Os seres fotossintetizantes também liberam oxigênio para a atmosfera. Desta forma, nos tornamos dependentes desses organismos que realizam a fotossíntese, que nos fornecem alimentos e renovam o ar (IBID, 2016, p. 331).

Segundo Bear e Rintoul (2016, p.332) existem organismos vivos fotossintetizantes e outros que não realizam a fotossíntese. Esses organismos fotossintetizantes são conhecidos como *autótrofos*¹¹ e outros seres que dependem deles conhecidos como heterótrofo¹². As plantas representam os seres *autótrofos* e são os mais conhecidos, mas há outros seres vivos como as bactérias e algas que exercem as mesmas funções desses seres. Vale ressaltar, que as algas marinhas são responsáveis pela contribuição de uma grande quantidade de alimento e oxigênio. As plantas usam a luz solar e o dióxido de carbono para produzir energia química na forma de carboidratos.

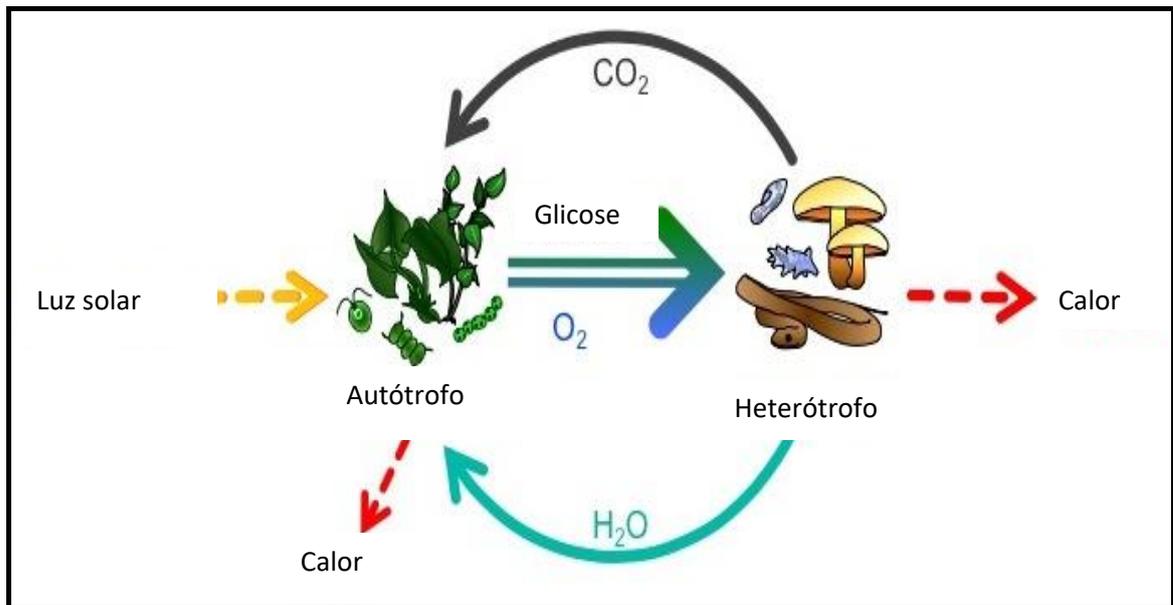
A produção de carboidratos ocorre por meio dos organismos autótrofos que absorvem a energia da luz solar para produzir carboidratos nos cloroplastos, local onde ocorre as reações químicas para produção de matéria orgânica. Pela respiração celular aeróbica, esses seres liberam energia usando o O₂ e os carboidratos produzidos na fotossíntese. As mitocôndrias¹³, utilizam cadeias de transporte de elétrons para capturar a energia necessária para decompor as moléculas de carboidratos. Esses fenômenos químicos da fotossíntese e da respiração celular (Figura 8) funcionam em harmonia biológica e cíclica, o que permite aos organismos obterem a energia de sustentação da vida (IBID, 2016, p. 332-334).

¹¹ Autótrofo é uma palavra também de origem grega que significa *autos* = próprio e *trophos* = alimentar.

¹² Heterótrofos (do grego *heteros* = “outro” e *trophos* = “alimentador”).

¹³ As mitocôndrias são organelas celulares presentes praticamente em todas as [células eucarióticas](#) e responsáveis pelo processo de respiração celular.

Figura 8 – Fluxo de energia através do ecossistema



Fonte:¹⁴

2.6.2 As Etapas da Fotossíntese

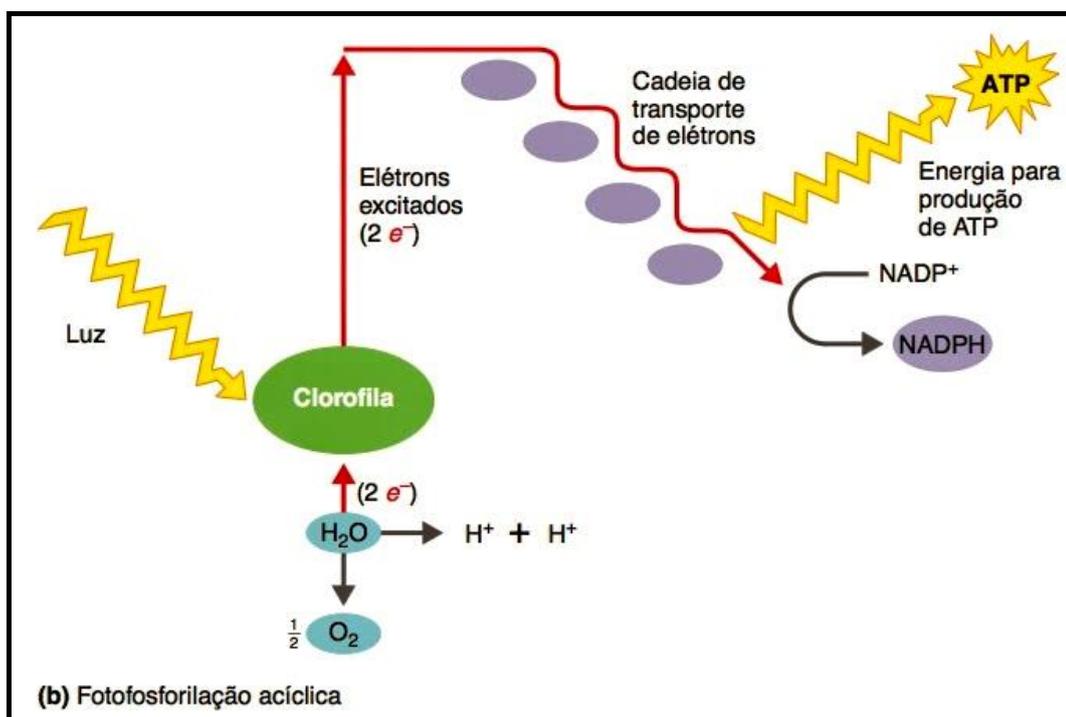
Por meio da fotossíntese ocorrem alguns principais eventos tais como: a absorção da energia da luz pela clorofila, a formação de adenosina trifosfato (ATP) e a síntese de glicose ($C_6H_{12}O_6$).

Para Bear e Rintoul (2016, p. 305) a energia fornecida na forma de molécula de alta energia oriundas das reações químicas da fotossíntese é a conhecida como ATP. Essas moléculas de ATP são usadas pelas células como “moeda” de energia armazenada que serve para ser utilizada de forma imediata. Além disso, é produzido também a glicose, que fica guardada nas estruturas celulares na forma de amido ou glicogênio.

A fotossíntese ocorre em duas etapas: as reações dependentes da luz ou fotoquímica ou fase clara da fotossíntese e o ciclo de Calvin ou fase escura da fotossíntese. A fase que depende da luz acontece nos cloroplastos e provoca alterações nas moléculas de água, esse fenômeno é conhecido como fotofosforilação, Figura 9 (IBID, 2016, p. 335).

¹⁴ Disponível em: <https://cnx.org/resources/0aeb75b2e67c530d1c3bbd0c1e510738852ce8c5/energy%20flow.jpg> (adaptado). Acesso em 11/11/19.

Figura 9 – Fotofosforilação



Fonte:¹⁵

Na Figura 9, observa-se que a luz atinge a clorofila, ocorrendo a “fotólise da água” que se caracteriza pelas quebras das moléculas de água, liberando prótons de hidrogênio (H⁺), elétrons (e⁻) e moléculas de oxigênio (O₂). As moléculas orgânicas, NADP são receptores de elétrons, responsáveis por enviarem as substâncias associadas ao sistema fotossintetizante para uma cadeia de citocromos¹⁶ (BEAR; RINTOUL, 2016, 317).

Após a fotólise da água, ocorre o retorno dos elétrons para os seus níveis energéticos originais, a molécula de NADP recolhem os prótons para formar o NADPH, os elétrons retornam para a clorofila para reposição dos elétrons que perdeu no início do processo e o O₂ é liberado para o meio. Nessa fase, além da produção de O₂, ocorre a síntese de ATP a partir de adenosina difosfato (ADP), do íon de fósforo (Pi) e da substância orgânica chamada NADPH, proveniente dos prótons assimilados por moléculas de NADP. Tanto o ATP quanto o NADPH são usados na fase independente da luz para sintetizar a glicose (BEAR; RINTOUL, 2016, 318).

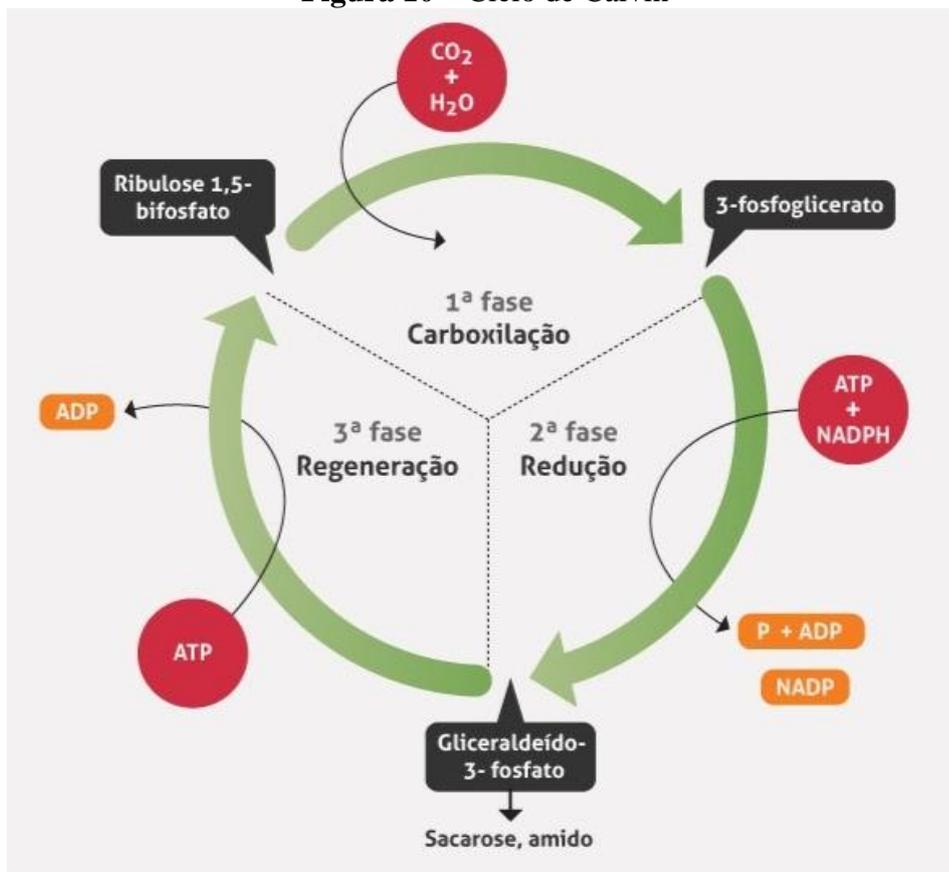
O ciclo de Calvin é a outra etapa da fotossíntese, ela pode ocorrer na ausência ou na presença de luz, são utilizados o ATP e a NADPH, que foram produzidos na fase clara da fotossíntese juntamente com os elétrons recolhidos nas reações dependentes da luz para

¹⁵Disponível:http://2.bp.blogspot.com/KtI6Fz_Ht_I/U48gMWQquII/AAAAAAAAAFLg/wMmteA6PWKc/s1600/fotofosforilacao+aciclica.jpg. Acesso 11/11/19.

¹⁶ Citocromos são proteínas que transportam os elétrons adquiridos através do hidrogênio.

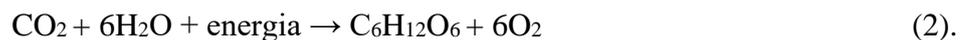
produzir carboidratos - a glicose (C₆H₁₂O₆). A síntese de glicose acontece em três estágios no ciclo de Calvin. O primeiro estágio é a fixação de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera a uma molécula orgânica, ribulose-bisfosfato (RuBP); o segundo estágio consiste em reduzir o carbono. Nesta fase (Figura 10), será utilizada a energia e os elétrons presentes no ATP e NADPH para produzir glicose (açúcar) e o último estágio é quando a energia do ATP é usada para regenerar o primeiro substrato do ciclo RUBP, conforme representado na (IBID, 2016, p. 345).

Figura 10 – Ciclo de Calvin



Fonte:¹⁷

A síntese da glicose é descrita pela Equação (2):



É necessária uma quantidade de energia de 18 moléculas de ATP e 12 moléculas de NADPH (cada uma delas é energeticamente equivalente a três moléculas de ATP) para

¹⁷ Disponível em

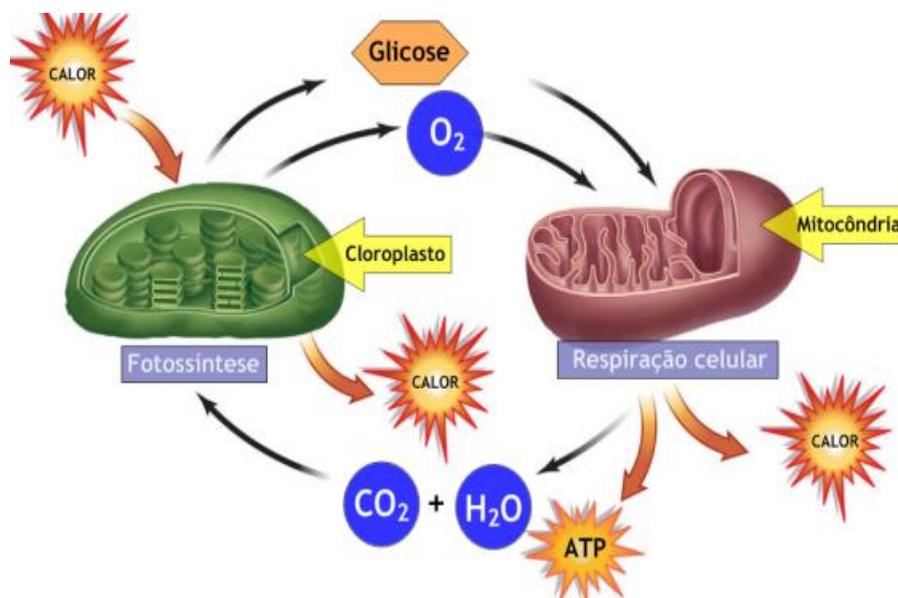
https://static.wixstatic.com/media/a27d24_07de55d1278549109f9392ed2619b69a~mv2.jpg/v1/fill/w_591,h_542,_al_c,q_90/a27d24_07de55d1278549109f9392ed2619b69a~mv2.jpg. Acesso 11/11/19.

produzir uma molécula de glicose. Por meio deste processo as células geram a energia química.

A respiração celular é um processo que depende de forma direta do fenômeno da fotossíntese, pois para a sua ocorrência é necessário de um combustível orgânico, a glicose. Assim como na fotossíntese, a respiração celular envolve uma série de reações de transferência de elétrons. Esse fenômeno ocorre na organela celular¹⁸ conhecida como mitocôndria, por meio das reações químicas, os elétrons saem da glicose indo para a molécula do oxigênio produzindo a energia e a água para o organismo vivo, logo os fenômenos realizam praticamente as mesmas reações, em processos contrários.

O fenômeno da fotossíntese se inicia com a reação química da água e finaliza com a produção de glicose no ciclo de Calvin, esse processo requer energia que é fornecida pela luz solar. Como na respiração celular (Figura 11), a fotossíntese também usa uma cadeia de transporte de elétrons para fazer um gradiente de concentração de H^+ que controla a síntese de ATP através da quimiosmose¹⁹, eles diferem apenas na forma de energia absorvida ou liberada (IBID, 2016, p. 346).

Figura 11 – Esquema da fotossíntese e respiração celular



Fonte:²⁰

¹⁸ As organelas celulares são como pequenos órgãos que realizam as atividades celulares essenciais para as células.

¹⁹ Refere-se, de modo específico, à produção de ATP através do movimento de íons hidrogênio através de uma membrana interna, durante a respiração celular.

²⁰ Disponível em: <https://media.istockphoto.com/vectors/cellular-respiration-and-photosynthesis-vector-id873543146>. Acesso 11/11/19.

2.7 Fluxo de Energia e Ciclo de Nutrientes

Nosso organismo é constituído por elementos químicos que foram formados há bilhões de anos atrás, esses elementos constituintes dos organismos vivos estão diretamente ligados a energia emitida pelo Sol que entra no ecossistema como luz solar e sai na forma de calor por meio das sucessivas transferências que ocorrem entre os níveis tróficos do ecossistema. Porém a matéria que se encontra na constituição dos organismos vivos (nutrientes) é conservada e renovada, esses elementos retornam ao ambiente pelo processo de decomposição ou por outros mecanismos, tais como a transpiração, respiração e eliminação de fezes. A matéria inorgânica está associada as moléculas orgânicas pode ser encontrada nas diferentes formas químicas durante um longo período na atmosfera, rios, solo e até mesmo no subsolo e as mais comuns são: carbono, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e fósforo. A ciclagem constante desses elementos químicos na natureza acontece por meio de ciclos biogeoquímicos²¹ (BEAR; RINTOUL, 2016, p.52).

A água é um recurso natural essencial para a ocorrência das atividades celulares dos seres vivos. Esse recurso, embora abundante, não é ilimitado, cerca de 97,5 % do planeta é composto por ela, mas desse total menos de 3 % é de água potável e cerca de 99% dessa água doce disponível se encontra congelada nas regiões polares ou em rios e lagos subterrâneos, o que dificulta o acesso a esse recurso hídrico. A camada da crosta terrestre onde ocorre o movimento e o acúmulo da água é conhecida como hidrosfera e ela se encontra nos três estados físico: líquido, sólido e como vapor de água, Bear e Rintoul (2016, p. 51). As células vegetais têm de 80 a 90% do peso total composta de água. Para suprir essa necessidade hídrica, os vegetais utilizam a água presente no solo, que pode ser uma fonte abundante deste recurso, mesmo que pareça seca. Por capilaridade²², as moléculas de água são extraídas do solo pelos vegetais por meio das raízes, passam pelo caule através do xilema até as folhas e pelo processo de transpiração essas estruturas eliminam vapor de água.

Os seres vivos dependem da água para se viver, pois ela participa das funções vitais do organismo vivo. A quantidade de água necessária dependerá de cada organismo vivo. O ser humano é composto basicamente de 60% a 70% de água, ela é responsável pelo transporte de substâncias indispensáveis à vida, participa das reações químicas no interior das células, faz

²¹ O nome “biogeoquímico” significa bio, vida; geo, ambiente terrestre e químico referente aos elementos químicos, é assim chamado porque acontecem na Terra e permitem a absorção de elementos químicos pelos seres vivos e o retorno, ou seja, a renovação destes elementos para o ambiente, Bear e Rintoul (2016, p.52).

²²“Capilaridade é o fenômeno de atração e repulsão onde se observa o contato dos líquidos com um sólido fazendo com que esse líquido suba ou desça, conforme molhe ou não a parede. A tendência dos líquidos subirem nos tubos capilares é chamada de capilaridade ou ação capilar, sendo isso consequência da tensão superficial”, (PARANHOS, VECHIA, BELTRAME, 2018).

parte de todos os líquidos orgânicos como sangue, urina e suor, regula a temperatura do corpo. Já nas plantas, a dependência da água se deve a necessidade de hidratar as suas estruturas celulares, para a realização das funções metabólicas, para transportar nutrientes e para produzir matéria orgânica pelo processo da fotossíntese. Outros seres vivos como animais e fungos, dependem de uma quantidade menor de água, a falta desta, pode ter efeitos catastróficos no ecossistema podendo causar a extinção das espécies (IBID, 2016, p.53).

A renovação da água no planeta acontece quando a energia solar evapora a água das fontes hídricas permitindo a precipitação em forma chuva, esta por sua vez, alimenta rios, mares, lagos entre outras reservas hídricas. A chuva infiltra no solo, onde pode evaporar novamente caso esteja próximo a superfície ou ficar armazenada por longos anos formando um grande rio subterrâneo (IBID 2016, p.54).

Os seres humanos têm desenvolvido tecnologias para aumentar a disponibilidade de água, cavando poços para retirada de água subterrânea, reaproveitando água da chuva e buscando tecnologia mais econômica de dessalinização para obter água potável das águas salinas dos oceanos. Essa busca por esse recurso tem sido permanente ao longo da história, o fornecimento de água doce ainda não se encontra disponível para todos e é uma questão desafiadora e importante no mundo contemporâneo (IBID, 2016, p. 53)

O carbono é o segundo elemento mais abundante nos organismos vivos. Os compostos de carbono contêm energia alta, principalmente os derivados de organismos fósseis, oriundos principalmente das plantas.

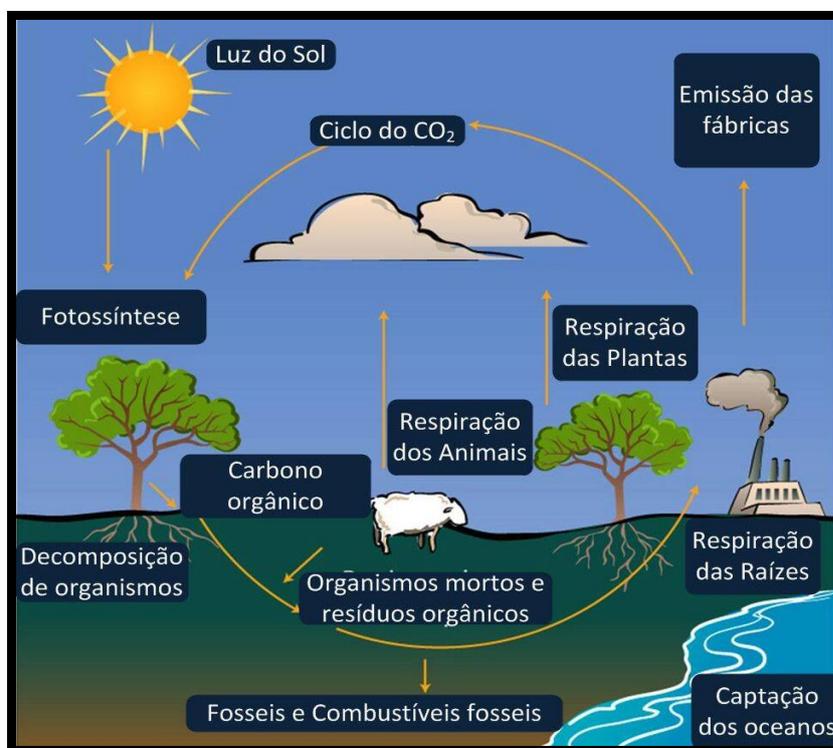
A partir do século XIX com o início da Revolução Industrial, o número de países que utilizavam grandes quantidades de combustíveis fósseis aumentou e a necessidade global pelo recurso limitado de combustíveis fósseis da Terra teve um crescimento considerável, e conseqüentemente, a quantidade de dióxido de carbono em nossa atmosfera também teve um aumento considerável, o que acarretou grande impacto no meio ambiente causando uma preocupação ambiental mundial. Esse aumento de dióxido de carbono tem sido associado as mudanças climáticas e impactos preocupantes nos ecossistemas terrestres (IBID, 2016, p. 526).

Os seres heterótrofos obtêm o carbono dos seres autótrofos (Figura 12), isso acontece quando ingerem os alimentos produzidos por eles. Esses alimentos são digeridos e suas moléculas são quebradas por meio de reações químicas se transformando em glicose, que será utilizada pela respiração para produzir energia, uma parte dessa energia fica armazenada em forma de ATP. Desta forma, essa troca constante de oxigênio com o dióxido de carbono torna

esses seres dependentes biologicamente do outro. As trocas gasosas através da atmosfera e da água são uma das maneiras pelas quais o ciclo do carbono cria a dependência de todos os organismos vivos da Terra. Ela armazena uma grande quantidade desse gás formando um importante reservatório de carbono na forma de dióxido de carbono, que é fundamental para a realização do fenômeno da fotossíntese pelos seres fotossintetizantes (IBID, 2016, p. 55).

O carbono também é produzido no processo de decomposição da matéria orgânica ou pela própria natureza através dos desgastes de rochas e minerais (Figura 12), esse carbono pode penetrar no subsolo e se acumular formando reservatórios por meio de escoamento superficial. No subsolo esses restos orgânicos se depositam produzindo combustíveis fósseis. O petróleo é um exemplo desse combustível, ele é proveniente da decomposição de restos orgânicos, cujo processo leva milhões de anos para formar lo. Por isso os combustíveis fósseis são considerados um recurso não renovável, pois o uso em larga escala é muito maior do que o período que levou para se formar. O carbono pode entrar na atmosfera também por meio de fenômenos naturais como a erupção de vulcões e outros sistemas geotérmicos (IBID, 2016, p.56).

Figura 12 – Ciclo do carbono



Fonte:²³

²³ Disponível em:

<http://1.bp.blogspot.com/gjkS9hYldy8/VgBGF6UJFYI/AAAAAAAAAnk/NcTUGNBT0Q4/s1600/ciclo%2Bdo%2Bcarbono.jpg>. Acesso 11/11/19.

As atividades humanas também são responsáveis por adicionar o dióxido de carbono à atmosfera por meio de práticas de criação de animais, atividades industriais e queimadas. Barros (2013) ratifica os impactos que a ação dos homens vem causando ao meio ambiente.

A intervenção antrópica nos sistemas naturais tem conduzido a um processo de degradação ambiental, através da exploração desordenada. O solo se constitui em um sistema aberto que realiza continuamente troca de matéria e energia com a hidrosfera, litosfera e atmosfera, além disto, é um meio capaz de suprir as necessidades vitais do ser humano relacionadas à alimentação, energia e fibras. No entanto, a adoção de um manejo desordenado do solo que não atende às necessidades de manutenção do potencial produtivo, tem condicionado o homem do campo a procurar novas áreas para serem cultivadas (BARROS, 2013, p. 8).

O autor na citação deixa claro que o homem vem intervindo de forma desequilibrada no ambiente, de forma a degradá-lo com suas ações danosas e reduzindo a capacidade do ambiente continuar produtivo (solo).

Outro composto inorgânico importante para os seres vivos é o fósforo. Essa substância faz parte do ácido desoxirribonucleico (DNA) e ATP. Pela decomposição dos organismos vivos esse fósforo é devolvido para a natureza que é arrastada pelas chuvas para lagos e mares, onde acaba se incorporando às rochas. Outra maneira de repor esse elemento químico é através dos sedimentos oceânicos que são formados a partir dos corpos dos organismos oceânicos e de suas excreções. As plantas e animais retiram da água o fósforo do ambiente que se encontram dissolvido na água e no solo. O nitrogênio é um gás com maior concentração na atmosfera, porém não facilmente absorvido pelos seres vivos. Também entra na composição das moléculas de proteína e os ácidos nucleicos das células, sendo assim muito importante para todos os organismos. Plantas leguminosas são capazes de renovar essa substância no ar se associando através das raízes com uma espécie de bactéria fixadora do nitrogênio (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 57, 58).

2.8 Mudanças Climáticas

Com a Revolução Industrial, que iniciou por volta de 1750, aconteceu grande mudanças no comportamento da sociedade humana. Na agricultura houve um aumento na oferta de alimentos melhorando o padrão de vida das pessoas na Europa e nos Estados Unidos. Surgiram também novas tecnologias que proporcionaram ofertas de empregos e produtos com valores acessíveis. Para colocar em funcionamento as indústrias foram utilizados combustíveis fósseis como o carvão mineral. Esta fase iniciada no final XVIII e

início do século XIX deu início a Era Industrial e com o desenvolvimento tecnológico surgiram os problemas ambientais (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 525).

A queima dos combustíveis fósseis nesse período foi aumentando gradativamente a concentração de CO₂ no ar afetando desta forma, o clima do planeta. Outros gases também são liberados na queima desses combustíveis como: o metano, óxido nitroso e ozônio. Esses gases são chamados gases do efeito estufa e quando lançados de forma indiscriminada pela ação humana, intensificam um fenômeno natural atmosférico essencial para a vida na Terra que é o efeito estufa.

A vida contemporânea contribuiu muito para que esse aumento na concentração de gases de efeito estufa acontecesse de forma acelerada, a previsão era que esse aumento levasse mais tempo, cerca de milhões de anos, mas dados recentes mostram que esse aumento está ocorrendo em centenas de anos contrariando as previsões do mundo científico.

No dia a dia o homem vem desenvolvendo atividades que liberam gases provenientes da queima de combustíveis fósseis como gasolina, carvão e gás natural. Esse impacto ambiental se agrava com o desmatamento, a fabricação de cimento, pecuária, limpeza de terras e queima de florestas (IBID, 2016, p. 528).

A concentração desses gases que intensifica o efeito estufa, vem provocando impactos ambientais sérios, dados recentes da Organização Meteorológica Mundial (OMM) mostram que “os índices de dióxido de carbono atingiram 407,8 partes por milhão (*ppm*), 147% acima do registrado no nível pré-industrial de 1750”, (ONU, 2018). Esses dados demonstram que o crescimento de CO₂ na atmosfera, aumentaram além do máximo histórico de 300 *ppm*. Vale ressaltar, que quanto mais gases desse fenômeno concentrado na atmosfera, maior será a temperatura global, logo uma alta concentração deles pode levar ao aquecimento global (IBID, 2016, p.527).

A energia solar atinge a Terra e é convertida em radiação térmica na superfície da terrestre. Em seguida, uma parte dessa energia retorna para a atmosfera, o efeito estufa ocorre quando os gases refletem grande parte da energia térmica de volta à superfície da Terra.

Segundo o 13º ODS da Agenda 2030 (BRASIL, 2020), a alteração climática é um problema mundial e os impactos têm afetado a economia e as pessoas do mundo inteiro, principalmente dos países em desenvolvimento. As projeções é que a temperatura global poderá aumentar em 3º até o final do século XXI, caso não ocorra ações imediatas e urgentes com intuito de conter essa alteração climática. Para isso deve-se encarar a questão do clima como estratégico para a mobilização de pessoas capazes de promover ações mitigadoras

relacionadas aos desastres climáticos como impedir e minimizar o lançamento de gases que intensificam o efeito estufa e que impeça a projeção de aumento da temperatura global prevista cientificamente. Algumas metas relacionadas ao objetivo 13 devem ser promovidas pelos países participantes para êxito nas ações sustentáveis com a redução do aquecimento global (Quadro 02).

Quadro 02 – Metas do Objetivo 13

Objetivo 13	Metas
Ação Contra a Mudança Global do Clima	Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos.
	Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano até 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto de ações significativas de mitigação e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima.
	Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima.
	Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais
	Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

Fonte: ²⁴

2.9 Trabalhos Correlatos

Nesta seção do referencial teórico pretende-se fazer uma pequena descrição dos trabalhos correlatos sobre a utilização de uma Horta Escolar como ferramenta para um estudo interdisciplinar, utilização do lixo orgânico para produção de *húmus* e a tecnologia de um sistema de automatização como garantia do êxito do projeto.

a) Horta escolar como ferramenta de educação ambiental em uma escola estadual no município de Várzea Grande

²⁴ Disponível em: < <http://www.agenda2030.org.br/ods/13/>>.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso da horta em ambiente escolar como ferramenta de Educação Ambiental. Foram avaliadas a percepção ambiental dos educandos e a sensibilização dos educadores com relação à utilização da horta de uma escola estadual no município de Várzea Grande (MT).

Através de planejamento escolar as atividades da horta foram oferecidas aos educandos do 2º ao 9º ano do ensino fundamental, participantes do Programa Mais Educação.

Os educandos do programa ficaram responsáveis pela manutenção da horta, possibilitando o contato direto com a terra, através do plantio, cultivo, produção de mudas, estimulando o cuidado com as plantas, colheita, adubação e irrigação da mesma. Pelo menos três vezes por semana ela era regada, duas vezes por dia.

Houve aplicação de um questionário com 12 questões a 35 educandos participantes do “Programa Mais Educação”, no qual foi possível constatar, que uma horta inserida no ambiente escolar se tornou um laboratório vivo, que possibilitou o desenvolvimento dos conteúdos de maneira interdisciplinar na educação formal. Foi também uma ferramenta que auxiliou no processo de ensino e aprendizagem, bem como permitiu melhor relacionamento entre os educandos e educadores. Além dos benefícios da alimentação saudável, aumentou também os cuidados e preocupação com o meio ambiente (SIQUEIRA *et al.*, 2016).

b) Horta escolar como instrumento educacional

Segundo Andrella (2016), o trabalho objetivou construir valores de convivência social, necessários à formação do cidadão consciente, para que participe ativamente da sociedade onde vive.

Com auxílio dos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), os educandos produziram sementeiras a partir de garrafas pet, coletadas na comunidade, a manutenção da horta, tais como aguar os vegetais, limpeza do espaço e na organização do ambiente, até que os vegetais crescessem e ficassem prontos para o consumo.

As atividades empregadas no decorrer do trabalho foram de caráter prático e demonstram-se muito eficientes e se basearam nos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Houve a participação ativa dos estudantes nos processos de aprendizagem com atividades práticas, as quais representaram um importante elemento para a compreensão ativa e conceitual.

Além desses resultados, destaca-se o papel das hortaliças cultivadas na horta pedagógica como um estímulo na alimentação escolar, possibilitando se trabalhar de forma interdisciplinar com a biologia e a química (ANDRELLA *et al.*, (2016).

c) *Minhocultura produção de húmus*

Com este trabalho se buscou aprimorar experiências na produção de *húmus*, por meio do reaproveitando de restos orgânicos, estrumes de boi e minhocas. De acordo com os autores, foi possível dar subsídios para as famílias poderem se beneficiar dessas informações e diminuir custos, aumentar a produção de alimentos, criar outras fontes de renda e agregar valor a seus produtos, (SCHIEDECK *et al.*, (2014).

Os autores orientam que no cultivo de hortaliças, conforme as características das plantas, a dosagem de *húmus* a ser aplicada deve ser de 600 gramas a 1 quilo de *húmus*, para cada metro quadrado de canteiro; de 300 gramas de *húmus* para espécies transplantadas para covas. Na tabela a seguir apresenta as características de solo húmífero e a quantidade ideal de nutriente que deve conter para o êxito do cultivo de hortaliças (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição do solo

Características de <i>Húmus</i>	Nutrientes
	1,5% de nitrogênio (N).
50% de umidade.	1,4% de cálcio (Ca).
	1,3% de fósforo (P ₂ O ₅)
pH entre 6,8 e 7,1	1,7% de potássio (K ₂ O).
Entre 15:1 e 11:1 de relação carbono/nitrogênio (C/N).	0,5% de magnésio (Mg).

Fonte: Schiedeck (2014, p. 52)

Entretanto, quando não é possível suprir as necessidades das plantas só com *húmus* de minhoca, deve-se complementar a nutrição dessas plantas recorrendo a estratégias que incrementem e conservem a matéria orgânica no solo, como plantas de cobertura e adubação verde.

É possível aplicar o *húmus* de minhoca na forma líquida, se emprega essa técnica quando se pretende promover uma fertirrigação, fazer pulverização foliar ou evitar a disseminação de sementes de plantas invasoras presentes no húmus proveniente do esterco utilizados pelas minhocas.

Para Schiedeck *et al.*, (2014), alguns cuidados devem ser tomados com a composição química do *húmus* de minhoca, por se tratar de um material muito variável e com elevada carga microbiológica. Seu uso deve ser diferenciado dos adubos minerais solúveis. Na prática,

agricultores, técnicos e pesquisadores propõem sua aplicação com base em experiências locais e de acordo com resultados de pesquisas de alguns cultivos. Recomenda-se usar *húmus* que permaneceu armazenado por no mínimo 2 meses. Para preparação basta usar uma proporção aproximada de 2 quilos de *húmus* em 10 litros de água e evitar que a solução fique exposta ao sol, para que os nutrientes não evaporem.

Essa solução deve ser agitada vigorosamente, para que todo o sólido se dissolva.

Pode-se preparar o *húmus* líquido de um dia para o outro. No entanto, recomenda-se seu preparo durante 3 a 4 dias, devendo a solução ser agitada pelo menos uma vez por dia, durante 1 ou 2 minutos.

Antes da aplicação recomenda-se não agitar a solução, para que as partículas sólidas se depositem no fundo do recipiente e facilite o processo de filtração. Esta deve ser feita com tecido fino, dobrado em 3 camadas, para evitar o entupimento do sistema de irrigação. Após a filtração, o produto pode ser aplicado, diretamente.

Finalmente os autores afirmam que o *húmus* líquido funciona também como bioestimulante, porque ativa os mecanismos de defesa e de crescimento das plantas. Quanto ao material sólido, resultante do processo, mesmo com menor teor de nutrientes, ainda pode ser usado como fertilizante e aplicado em canteiros de hortas e pomares.

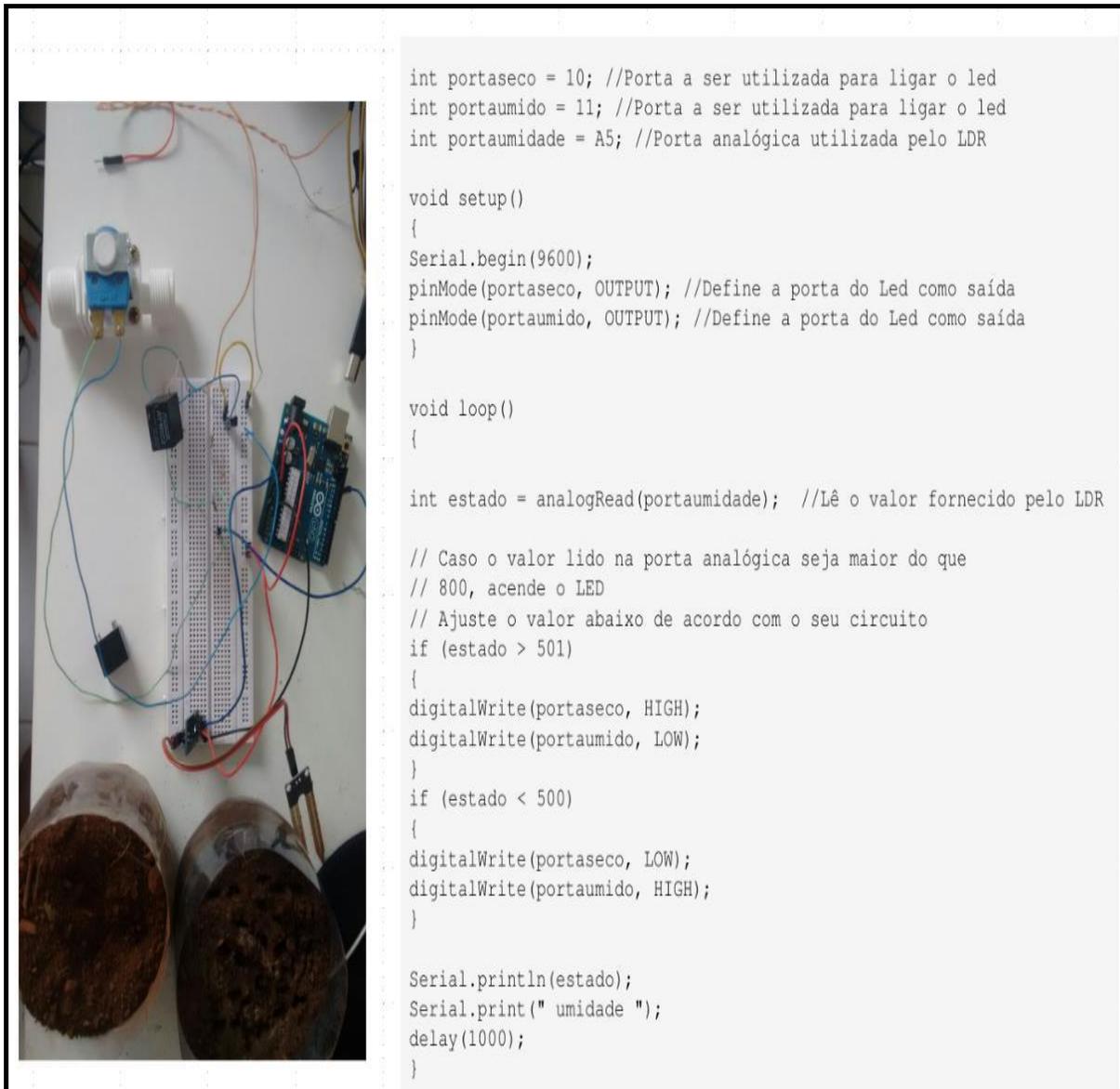
d) Smartirrigation – uma proposta para o uso eficiente da água em hortas escolares

Trata-se de um projeto que propõe a construção de uma rede de sensores eletrônicos de baixo custo, intitulado código aberto, baseada na tecnologia Arduino. A rede desenvolve um sistema de coleta, armazenamento e análise de indicadores em tempo real, para monitorar os parâmetros de temperatura, umidade, luminosidade e umidade do solo. Também podem ser controlados a aplicação de insumos em hortas cultivadas nas escolas municipais de Bagé-RS, tendo como intuito a melhoria no rendimento das culturas, bem como, o uso consciente dos recursos naturais, o principal deles, a água, a qual está em falta na região, (Camargo et al, 2018).

Este trabalho teve como ênfase a sustentabilidade das hortas escolares implantadas e considerou três dimensões importantes: a dimensão econômica relacionado ao uso eficiente dos recursos; a dimensão ambiental, garantindo que os recursos naturais estejam disponíveis no futuro; e a dimensão social que visa a saúde humana e o bem-estar.

O monitoramento dos parâmetros ambientais pode ocorrer com a adoção de um sistema inteligente, conforme modelo adotado neste projeto e apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Circuito e código Fonte do protótipo.



Fonte: Amaral et al (2018, p.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a linha metodológica utilizada no presente trabalho, bem como o contexto de aplicação, os sujeitos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, e das técnicas de análise dos dados das etapas investigativas.

3.1 A Pesquisa

A pesquisa realizada é de natureza qualitativa do tipo Estudo de Caso de cunho descritivo e interpretativo (ANDRÉ, 2001, p. 1), pois tanto o planejamento como a análise dos dados se enquadram nesta tipologia investigativa. Tem como foco a implementação de uma Sequência Didática em sala de aula, a qual comporá um produto educacional (PE) para auxílio a educadores de Ciências.

Segundo Denzin e Lincoln (1994, p. 4), a característica qualitativa, implica em dar ênfase ao aspecto dos significados que não são examinados nem medidos rigorosamente em termos de quantidade. Bogdan e Bilken (1994, p. 16), utilizam a expressão investigação qualitativa para designar ou agrupar diversas estratégias de investigação que compartilham, por apresentarem dados ricos em fenômenos que descrevam informações relacionadas a pessoas, locais e conversas e difícil de se mensurar estatisticamente.

O foco de pesquisa qualitativa, para Moreira (2000, p. 7), está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos as suas ações em realidade construída socialmente, isso acontece com a observação participativa, de forma que o pesquisador fique concentrado no fenômeno de interesse, e desta forma, obtenha dados que serão analisados com a natureza qualitativa.

O estudo de caso é considerado por Sturman (1988, p. 61), uma metodologia qualitativa, pois o objeto da pesquisa pode ser um indivíduo, um grupo ou um fenômeno. As técnicas usadas na pesquisa podem ter enfoques qualitativos e quantitativos, a característica que os diferem, é a crença de que os sistemas humanos desenvolvem a integração entre eles por completo. É necessário entender que as partes dependem umas das outras e são vistas em conjunto e uma mudança em um elemento implica em uma mudança no resto. Portanto, fazer uma pesquisa utilizando a metodologia estudo de caso, consiste em realizar uma análise criteriosa das partes que mantém essa dependência.

André (2001, p. 17-18) afirma que a experiência humana vem da interpretação que o ser realiza de uma forma independente, porém à medida que o indivíduo se relaciona com o

outro, trocando experiências, haverá um entrosamento social que possibilitará a construção gradativa de novas interpretações, significados e conseqüentemente terá uma nova visão da realidade.

3.2 O contexto da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual José do Patrocínio, no município de Campos dos Goytacazes do estado do Rio de Janeiro (Figura 14).

Figura 14– Colégio Estadual José do Patrocínio



Fonte: Elaboração própria

O Colégio situado na rua Cora de Alvarenga, S/N, no Parque Leopoldina, perímetro urbano no município de Campos dos Goytacazes, pertence à Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC), e está sob a responsabilidade da Regional Norte Fluminense.

O Colégio Estadual José do Patrocínio possui uma estrutura grande, embora tenha ocorrido uma reforma em vários setores, ainda apresenta problemas estruturais e ambientes precisando de manutenção ou materiais didáticos. As salas de aulas são compostas basicamente de carteiras, cadeiras e quadro branco. Em alguns casos o quadro é arranhado e manchado, dificultando até mesmo as aulas tradicionais com o uso do quadro e piloto. Apresenta salas diferenciadas como laboratório de informática, necessitando de compra de novos computadores por estarem obsoletos, uma sala de multimídia com *datashow*,

computador e *internet*, um amplo auditório, uma pequena biblioteca improvisada numa sala de aula, e uma cozinha totalmente reformada e acoplado com o refeitório (Figura 15).

Figura 15 – Laboratório do Colégio Estadual José do Patrocínio



Fonte: Elaboração própria

De acordo com o último levantamento realizado pela SEEDUC por meio do senso 2019, há na escola cerca de mil educandos frequentando (BRASIL, 2019) e distribuídos entre Ensino Fundamental, Médio e Educação de Jovens e Adultos, nos três turnos.

No presente ano, a escola perdeu uma área de cerca 3800 m², cedidos pela SEEDUC junto ao mistério público para a instalação do Departamento Geral de Ações Socioeducativas (DEGASE), sistema prisional de menores para cumprimento de medidas socioeducativa.

Em decorrência dessa instalação, espaços utilizados pela escola foram perdidos, tais como: biblioteca, sala de esporte, sala de artes e animação cultural, sala de reforço escolar e o departamento pessoal, com a perda destes espaços, algumas parcerias com a escola foram prejudicadas.

No ano de 2019, a escola começou a ofertar o ensino médio integrado, com o curso técnico em administração com ênfase em empreendedorismo, mas sem nenhum suporte técnico e qualificação para educadores que atuam no projeto. Embora a perda do espaço físico tenha prejudicado o funcionamento e as ofertas de atividade diversificada, a escola vem tentando adequar os espaços que restaram para reestruturar alguns ambientes com reformas e adequações permitidas pela SEEDUC (Figura 16).

Figura 16 – Auditório, laboratório de informática e sala de multimídia



Fonte: Elaboração própria

Essa PD foi reestruturada para se adequar ao novo modelo de educação do ensino devido a pandemia mundial, como ratificado no relato a seguir.

No início do ano, dia 30 de janeiro de 2020, o mundo foi surpreendido por uma doença viral com alto poder de propagação, causado pelo o novo coronavírus Sars-Cov-2 e manifestado através da doença covid-19, que se caracteriza por um grande poder de propagação do vírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou situação de emergência da saúde pública de importância internacional e no dia 11 de março, a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia, essa mudança na classificação foi devido a disseminação geográfica rápida da doença em escala de tempo muito pequeno e a falta de ações dos governos no painel das atualizações diárias da doença.

O Brasil foi um dos últimos países a apresentar casos da doença, o primeiro caso surgiu em 26 de fevereiro e o outro no dia 29, do mesmo mês e ano em São Paulo.

Em 21/03/2020 através do decreto nº 46980, na tentativa de conter a covid-19, o governador do Rio de Janeiro suspendeu atividades coletivas como teatro, festas em salões, aulas nas escolas entre outras por 15 dias e pelo decreto nº 47006 de 27/03, prorrogou as aulas por tempo indeterminado, neste decreto foi solicitado ao secretário de educação do estado ato em adotar medidas para possibilitar o ensino a distância, não havendo prejuízo da manutenção do calendário recomendado pelo Ministério da Educação.

No dia 27/03 baseado no decreto 47006, a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC), postergou o retorno das aulas na rede pública estadual de ensino por tempo indeterminado, e devido à falta de atividades presenciais nas escolas, a secretaria de

educação disponibilizou, desde 30/3, aulas no formato *online*, graças a convênio firmado com o *Google*, na plataforma *Google Classroom*.

Conforme os relatos acima, algumas atividades presenciais desta pesquisa foram reestruturadas e substituídas por *online*, possibilitando o desenvolvimento da pesquisa e cumprimento do planejamento do componente curricular de acordo com o previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.3 Sujeitos da Pesquisa

A aplicação da proposta de ensino desenvolvida nesta pesquisa foi pensada inicialmente para uma aplicação presencial em colégio estadual situado no município de Campos dos Goytacazes. Contudo, devido à pandemia mundial divulgada no início do ano, dia 30 de janeiro de 2020 (BRASIL, 20) e reconhecida em âmbito nacional pela portaria nº 188 de 03 de fevereiro de 2020, foi regulamentado, por meio da resolução nº 189/2007 art 6º, as atividades remotas das teses e atividades no âmbito da pós-graduação *Stricto Sensu*. Desta forma, pautado na resolução citada, esse PE foi aplicado nos moldes *online*.

Com momentos de aprendizagem no formato *online*, fez-se uso da plataforma *Google Classroom*, como base para envio e recebimento de atividades. Também são previstas orientações e aulas via webconferências e no *Whatsapp/messenger*.

A aplicação SD foi devidamente adequada ao momento vivenciado, desenvolvido nesta pesquisa e aplicado para educandos do 9º Ano do Ensino Fundamental na faixa etária de 13 a 15 anos, cuja maioria são oriundos de comunidades carentes, porém apenas um número restrito de 12 educandos participou, devido à dificuldade de acesso às aulas remotas.

Os sujeitos contaram com uma carga horária semanal de 4h/a, de acordo com o horário elaborado para exercício em 2020, de acordo com a matriz curricular vigente.

Vale ressaltar, que as atividades de cunho investigativos foram aplicadas aos educandos durante o desenvolvimento do projeto, sendo que em alguns momentos as atividades foram individuais e em outros em duplas.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para realização desta pesquisa, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados questionários; experimentos, vídeos; jogos didáticos como *plickers* e jogo *show do milhão* da

fotossíntese; *Canva*, *folders*, desenho, história em quadrinhos e gravações das verbalizações dos educandos.

Aragão e Silva (2012, p. 50) entendem que a “observação se constitui de uma ação fundamental para análise e compreensão das relações que os sujeitos sociais estabelecem entre si e com o meio em que vivem”.

Como afirmam Pagel e colaboradores (2015, p. 22), os educandos enquanto aprendizes e observadores precisam questionar sobre o experimento executado em sala, discutir sobre os fenômenos ocorridos na prática e supor hipóteses para formularem as respostas dos relatórios/roteiros. Desta forma utilizou-se de um roteiro de experimento para melhor compreensão do fenômeno climático, chuva ácida e aquecimento global.

Utilizaram-se questionários como instrumento de coleta de dados na investigação dos conhecimentos prévios e no término da aplicação PE com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos educandos.

Como organizador prévio foi usado um experimento de baixo custo, com intuito de estimular e despertar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos educandos e prepará-los para adquirir de forma investigativa novos conceitos sobre o fenômeno da fotossíntese envolvidos na construção da Horta Automatizada.

Neste produto, ainda foram utilizados alguns aplicativos tecnológicos para facilitar a elaboração de *folders*, história em quadrinhos (HQ) e desenhos como *Inshot* e *Canva*.

O *Inshot* é uma ferramenta para *smartphone* de fácil acesso e foi utilizado para produção de vídeo. Os educandos fizeram uma pesquisa orientada sobre cultivos apropriados para plantio numa horta escolar e apresentaram em forma de vídeos de acordo com a preferência alimentar de cada um.

Já o aplicativo *Canva* é uma ferramenta gratuita que permite produzir histórias em quadrinhos (HQ), *folders* e desenhos. Esse aplicativo apresenta várias ferramentas como personagens, cenários e opções de buscas de imagens na internet que viabilizaram as produções criativas das atividades apresentadas pelos educandos no decorrer da aplicação do PE.

Vale destacar que também se utilizou para avaliação da aprendizagem, jogos de construção própria, questionários e jogo *online* – *Plickers*. Esses instrumentos foram apresentados de forma gradativa e contínua. Conforme afirma Lopes (2001), o jogo é um eficaz instrumento que se deve utilizar para estimular o processo de aprendizagem.

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, de PE o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo [...] (LOPES, 2001, p. 23).

A afirmação do autor se comprovou na prática, pois a utilização de jogos na PE se mostrou uma boa estratégia, no tocante a motivação dos educandos, despertando o desejo em aprender, além de ter estimulado a competição em relação a quantidade de questões acertadas por eles.

3.5 Técnica de análise dos dados

De acordo com Bardin (2011, p. 15), a análise do conteúdo se caracteriza por uma coleta de dados provenientes de instrumentos de cunho metodológico em constante aprimoramento. Neste contexto, pretende-se analisar qualitativamente, de forma comparativa, buscando mudanças nas respostas obtidas nos questionários propostos. Pretende-se categorizar a pesquisa, após a leitura das respostas dos instrumentos avaliativos e das observações anotadas.

Bardin (2011, p. 384) indica dois critérios para categorizar a pesquisa: a análise documental e análise do conteúdo. O primeiro enfatiza os documentos, pois para ele deve-se classificar e listar os dados coletados, de forma a verificar o objetivo relacionando a representação concentrada da informação para consulta e armazenagem.

O segundo está centrado nas mensagens de forma a categorizar a temática, cujo objetivo está na manipulação de mensagens para confirmar os indicadores que permitam entender sobre outra realidade que não seja a da mensagem.

Existe uma diversidade de maneiras de categorizar e analisar os dados de uma pesquisa, Bardin (2011, p. 735) optou em elencar as etapas de sua técnica, ela as organiza em três etapas: a primeira etapa chamou de pré-análise, a segunda considerou a exploração do material e a terceira e última, deu enfoque ao tratamento dos resultados, indução e interpretação dos dados coletados.

A pré-análise é a primeira fase, destina-se a organização do material a ser analisado com o objetivo de tornar operacional, sistematizando as ideias iniciais. Trata-se da organização prévia que acontece por meio de quatro etapas: (a) leitura flutuante, que é o primeiro contato com os documentos da coleta de dados, momento em que se começa a conhecer o texto; (b) escolha dos documentos, que consiste na escolha do que será analisado;

(c) formulação das hipóteses e dos objetivos; (d) referenciação dos índices e elaboração de indicadores, que envolve o apontamento de indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise (IBID, 2011, p. 735).

A segunda fase consiste na exploração do material, nesta fase, serão definidas as categorias e a identificação das unidades de registro e de contexto dos documentos. Essa etapa é considerada muito importante, porque possibilitará ou não, a riqueza das interpretações e soluções, por meio da descrição minuciosa de qualquer material textual coletado que será submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos. Dessa forma, a decifração, a classificação e a categorização são básicas nesta fase. No que se refere à codificação, de acordo com o autor, deve corresponder a uma transformação efetuada segundo regras precisas dos dados brutos do texto e essas transformações são coletadas por meio de recorte, agregação e enumeração, o que permitirá atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão. Após essa fase, segue a categorização, a qual consiste na classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e reagrupamento com critérios previamente definidos (IBID, 2006, p. 103-117).

A terceira fase se refere ao tratamento dos resultados, dedução e interpretação. Nesta etapa, os resultados são resumidos e se destacam as informações para análise, culminando nas interpretações descritas, é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica (IBID, 2011, p. 385).

Foram utilizados na coleta de dados, instrumentos como: desenhos, *folders*, jogos de perguntas/respostas e histórias em quadrinhos. Para análise desses instrumentos, foi usado o paradigma interpretativo. No paradigma interpretativo, a hipótese central está nas informações que se tem acesso a uma realidade dada ou construída socialmente acontece apenas por meio de construções sociais, como a linguagem, a consciência e os sentidos compartilhados.

Nesta concepção interpretativa, dá-se ênfase às percepções dos sujeitos e para o significado que os fenômenos têm para estas pessoas, ou seja, os sentidos que as pessoas lhes atribuem. Nesta pesquisa não se predefine variáveis dependentes ou independentes, focando no grau de complexidade da produção de sentido humano, à medida que a situação surge Lima (2011, p. 6 *apud* KAPLAN; MAXWELL, 1994).

Os desenhos foram analisados segundo Luquet (1969, p. 123), esta técnica se baseia na investigação da intenção dos desenhos produzidos pelos indivíduos em representar o que está ao redor tendo como fundamento nos registros de sua memória. Para a autora, o desenho é um sistema de linhas com duas finalidades diferentes. O desenho figurativo, com definições nele

mesmo, no prazer de olhar, e o desenho geométrico, cujo objetivo é reproduzir objetos reais. Ela ainda afirma que a intenção de um indivíduo por um tema tem origem no pensamento, o que ratifica o princípio do conhecimento prévio da TASC (MOREIRA, 2011).

Nesta técnica devem-se observar fatores que são sugeridos na intenção de cada desenho, segundo Luquet (1969):

- 1- Em primeiro lugar são as circunstâncias exteriores, ou seja, a recordação dos objetos correspondentes, lembrança de algo vivenciado, por exemplo, num período de férias;
- 2- Outro fator importante se refere a associação de ideias onde se recorre ao que está registrado na memória;
- 3- O terceiro fator de intenção é o automatismo gráfico, nesta etapa representa o mesmo objeto em várias ocasiões, mais uma vez, reconhecemos o princípio da consciência semântica da TASC.

A autora enfatiza que reproduzir um desenho, não é uma mera repetição do desenho, mas de fazer de novo os mesmos desenhos com o intervalo diferentes podendo ser de um ou vários dias, sem observação perceptível do ambiente (LUQUET, 1969, p. 33). Essa posição da autora é defendida por Ausubel, (1968, p. 5), pois para ele o aprendizado ocorre quando o indivíduo participa na construção da nova informação, relacionando com conceitos pré-existentes em sua estrutura cognitiva (*subsunçores*) e por Moreira (2011), que afirma que a aquisição de novos conhecimentos acontece com modificação dos neurônios dos indivíduos.

Nesta pesquisa, a análise das histórias será baseada no *Realismo intelectual, Escrita como um Sistema de Representação e Relações entre Desenho e Escrita*.

A primeira desta inicia desde os quatro anos de idade e se estende entre dez e doze anos, caracterizando por desenhos que descreve não somente o que se vê, mas o que se sabe do objeto. Já a segunda é um processo complexo envolvendo tanto o domínio da escrita quanto à compreensão e o uso efetivo da língua escrita em práticas sociais diversificadas. Ratificando os princípios da TASC, *do conhecimento como linguagem e da consciência semântica* (MOREIRA, 2011).

Para Piaget (1973), o desenho é uma das manifestações de construção do conhecimento e se desenvolve juntamente com outras manifestações como a linguagem verbal e para Vygotsky (1989), a representação da realidade por meio de gestos, desenhos, e ou brinquedo simbólico contribuem para o caráter representativo, de forma a torná-lo significativo. As atividades lúdicas trabalhadas na PE por meio de jogos tiveram um resultado

satisfatório ratificando a afirmação dos autores. Utilizaram-se os dados gerados nos jogos de perguntas/respostas e fez-se a análise gráfica dos resultados alcançados.

A análise das histórias em quadrinhos (HQ) e dos *folders* foi a luz do método dialético de Viana (2014). Essa análise não é descritiva e nem técnica, embora englobe esses dois aspectos para concretizar seus objetivos. A técnica visa analisar a mensagem e o conteúdo, repassado por determinada história em quadrinhos.

Esta técnica deve obedecer aos critérios descritos por Viana (2014) a seguir:

- 1- A intenção inicial se realiza antes da leitura preliminar e da delimitação final atendendo o objetivo da proposta, e criando mecanismos para efetivar a seleção e delimitação. A leitura inicial realizada serve para selecionar as unidades que devem significativas e rigorosas atendendo os objetivos.
- 2- O próximo passo é interpretativo, quando ocorre a análise rigorosa da narrativa, ou seja, a reconstituição da evolução dos acontecimentos;
- 3- Em seguida deve-se fazer a análise pictórica, que enfatiza o significado das imagens, o que elas representam;
- 4- E a última etapa é a análise propriamente dita que se refere a compreensão do contexto social, histórico e cultural, a conjuntura.

Antes de realizar a análise, deve-se ter claro a definição de histórias em quadrinhos e sua especificidade. Viana (2014, p. 46) define as histórias em quadrinhos como uma forma de arte. Arte como uma expressão figurativa, representativa, revelando como a pessoa compreende a realidade. “Essas histórias pertencem ao universo da ficção transmitido por um enredo organizado de forma sequencial utilizando diversos recursos, sendo que o desenho é a característica formal e fundamental e os demais são complementares” (VIANA, 2013, p. 46). Os aspectos formais são as imagens, os quadrinhos (que explica a utilização deste recurso), estes são a forma como o enredo se manifesta, gerando um universo ficcional.

O uso do método dialético na análise das histórias em quadrinhos aponta para três aspectos essenciais: totalidade, historicidade, especificidade. O *corpus* de estudo deve ser compreendido nessa abordagem como uma totalidade inserida e mais ampla. Por exemplo, se o tema do estudo é uma história envolvendo Energia no contexto da fotossíntese, então se deve abordar esses conceitos envolvidos como uma totalidade, sendo o nosso foco da análise.

Para Viana (2014, p. 46-49) o conjunto dos fatores que constituem a história em quadrinhos é um elemento constitutivo delas, o que remete para a análise de suas

determinações. É preciso levar em conta, além da totalidade e da historicidade, a questão da especificidade.

A análise dialética pode ser delimitada criando unidades significativas, de forma a extrair tiras de um ou mais quadrinhos, sendo denominado “quadro”. A análise das unidades significativas tem o sentido de proporcionar uma reconstituição do universo ficcional como uma totalidade e permiti uma compreensão mais profunda do contexto das histórias criadas.

3.6 As etapas investigativas da SD

Elaborou-se uma SD desenvolvida com onze etapas investigativas, totalizando 40 h/a.

Após aplicada e analisados os dados da SD foi formatado um PE para auxílio de educadores de Ciências em suas aulas sobre a temática Energia.

Este PE buscou implementar atividades ao contexto social do educando, o que faz da proposta um material potencialmente significativo, pois tenta relacionar novos conceitos à estrutura cognitiva do aluno, de maneira não arbitrária e não literal (substantiva).

Outra ênfase dada na preparação das atividades do PE foi a motivação para que o educando estivesse predisposto a aprender, de forma a relacionar o conteúdo a ser ensinado à sua estrutura de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2001).

Para a execução da pesquisa foram utilizadas estratégias e instrumentos a seguir discriminados.

No PRIMEIRO MOMENTO, um questionário buscou registrar os conhecimentos prévios sobre energia no contexto de uma horta automatizada. Por meio da plataforma *Google Classroom* foram apresentadas orientações necessárias para a resposta do mesmo.

No SEGUNDO MOMENTO, um experimento *online* sobre a fotossíntese foi usado como um organizador prévio. Objetivou estabelecer uma ponte cognitiva entre novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do educando (MOREIRA; MASINI, 2008, p. 23). Para Ausubel (1980), o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, a organização e integração do novo material na estrutura cognitiva.

Por meio da aula expositiva trabalhou-se o experimento do fenômeno da fotossíntese e a propagação de calor envolvida no fenômeno (convecção e radiação). Finalizando a etapa

com a utilização do aplicativo *Canvas*²⁵. Uma história em quadrinhos foi usada para abordar os conceitos referentes ao cultivo da escolha do educando, o preparo do solo e plantio dele.

No TERCEIRO MOMENTO, utilizou-se o simulador *Phet*²⁶ para trabalhar o processo de propagação de calor; formas de energia/transformações e o jogo de perguntas/respostas, *O show do milhão da Horta Automatizada* de autoria da professora de Ciências, abordando os conceitos trabalhados no fenômeno da fotossíntese.

No QUARTO MOMENTO, uma pesquisa realizada em casa procurou abordar os assuntos sobre o cultivo e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo necessário para irrigar os cultivos. Nesta etapa, o princípio do abandono da narrativa de Moreira (2000) foi enfatizado, pois o educando se torna protagonista do processo.

QUINTO MOMENTO, aula de campo. Foi montada uma estrutura para produção de *húmus* com o objetivo de usar no plantio. Nesta atividade usou-se o termômetro que possibilitou a inserção do conceito de propagação de calor: condução.

Dando continuidade às atividades do cultivo, no SEXTO MOMENTO, por meio da observação de fotos tiradas do espaço próximo ao local escolhido para o plantio (horta), buscou-se a abordagem de conceitos referentes às mudanças climáticas (efeito estufa e chuva ácida), provocadas pela queima de restos orgânicos, além de terem sido trabalhados os conceitos de calor, temperatura e propagação de calor.

No SÉTIMO MOMENTO trabalhou-se o jogo *Plickers e-Learning Beta*²⁷ para a avaliação dos conceitos trabalhados (perguntas/respostas), aula expositiva com uso de vídeos sobre mudanças climáticas e fontes alternativas de energia.

No OITAVO MOMENTO, de cunho social, buscou-se estimular atividades artesanais e agrícolas para dar subsídios para gerar renda familiar, despertando o espírito empreendedor²⁸ de forma sustentável com a produção de papel semente e produção de alimentos orgânicos no quintal de casa.

No NONO MOMENTO foi discutida a dificuldade de irrigar a horta, instigando a necessidade de ter essa rega automática. Nesta etapa, o uso do Arduino (com o código *open source*²⁹) subsidiou a programação para um projeto de rega.

²⁵ Aplicativo disponível em:

https://www.Canvas.com/design/DAEAseHbBjI/m30mbuCT422K2eU8HsQwFg/edit?category=tACZCigycaA&utm_source=onboarding

²⁶ Oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas.

²⁷ Disponível: < <https://www.plickers.com/library>>.

²⁸ Empreendedor aquele que inicia algo novo, que vê o que ninguém vê, enfim, aquele que realiza antes, aquele que sai da área do sonho, do desejo e parte para a ação (SEBRAE, 2019).

No DÉCIMO MOMENTO, por meio da estratégia de apresentação de trabalhos (projetos dos alunos), classificou-se o melhor, o qual serviria de proposta para implementação *in loco*. Essa ação foi gravada e exibida na aula *online* para que todos, apesar da crise pandêmica, pudessem participar do processo de automação da horta escolar.

O DÉCIMO PRIMEIRO MOMENTO serviu para avaliar as estratégias utilizadas na SD e a aprendizagem dos alunos. Nesta última, foi reaplicado o questionário inicial com as adequações, objetivando avaliar os indícios de aprendizagem significativa crítica.

Outro questionário foi utilizado para analisar a mudança de comportamento frente ao meio ambiente, a alimentação e o reaproveitamento do lixo. O objetivo foi promover o empreendedorismo, além de avaliar a metodologia adotada.

A avaliação foi contínua, formativa e somativa. Cada ação/atividade desenvolvida pelos educandos foi pontuada, visando avaliar a construção dos conceitos significativos gradativamente.

Toda a SD foi organizada levando em consideração as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Também permearam o enfoque dos dois importantes princípios da TAS, *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa*, bem como a identificação dos conhecimentos prévios (*subsunçores*) necessários para tornar a aprendizagem significativa e crítica. Ausubel (1980) afirma que o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, a organização e integração do novo material na estrutura cognitiva.

As atividades da SD foram elaboradas em observância aos seguintes princípios da TASC: do conhecimento prévio, da interação social e questionamento, da não centralidade do livro de texto, da aprendizagem pelo erro, da não utilização d-de-giz, do educando com perceptor, do conhecimento da linguagem e da consciência semântica e do abandono da narrativa.

Também se deu enfoque à abordagem CTSA, priorizando o ensino de ciências, com o uso da tecnologia de forma sustentável, cunho social, de forma a levar o educando a utilizar o fruto do produto como meio de subsistência familiar. Foram objetivos destacados: tornar a aula mais dinâmica e atrativa, de forma a se repensar o ensino tradicional; tornar o educando protagonista da proposta e predisposto a aprender; utilizar o que o aluno já sabe (*subçunsores*) e aos poucos motivá-los a adquirir novos conhecimentos de forma significativa e crítica.

²⁹ “código-fonte aberto. Programas open source divulgam seus códigos-fonte para que qualquer pessoa com conhecimento de programação possa modificá-lo, ampliá-lo e melhorá-lo” (TERRA; ALMEIDA, 2012).

A SD composta por um conjunto de onze momentos perfazendo um total 40 horas/aulas com atividades apresentadas de forma assíncrona e síncrona, desenvolvida numa perspectiva cognitivista e fundamentada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011).

Todo o material elaborado resultou na produção de um Produto Educacional, gerado da pesquisa fruto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

A SD foi aplicada no 2º bimestre do ano letivo de 2020 nos meses de junho e julho, de forma remota, devido à pandemia mundial deflagrada em 30 de janeiro de 2020 (BRASIL, 20). Esta motivou a aplicação da SD por meio de atividades *online*, apoiadas por tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

O Quadro 03 resume as etapas da aplicação das atividades em cada aula.

Quadro 03 – Proposta da Sequência de Atividades

Momentos	Atividades	Temáticas abordadas	TASC/CTSA (Princípios)
1º (2 aulas)	<p>Atividade: <u>Levantamento dos conhecimentos prévios</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionário de levantamento - Apresentação do protótipo da horta para reflexão “<i>Se você fosse construir uma horta, quais cuidados e conhecimentos deveria ter para a manutenção, irrigação e cultivo</i>” - Orientação para seleção, preparo e plantio das mudas através dos vídeos: - Vídeo ³⁰ - Horta passo a passo; - Vídeo ³¹ - Como construir um vaso auto irrigável. 	<p>Construção de uma horta.</p> <p>Todos os conceitos trabalhados no bimestre.</p>	<p>Conhecimento prévio;</p> <p>Preservação do meio ambiente;</p> <p>Sustentabilidade</p>
2º (4 aulas)	<p>Atividade: <u>Problemática inicial (educandos em duplas)</u></p> <p><i>Qual o processo as plantas utilizam para obtenção de energia?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vídeo sobre experimento <i>Elódea</i>³² - organizador prévio. 	<p>Fotossíntese;</p> <p>Transferência de energia;</p> <p>Propagação de calor.</p>	<p>Princípio da não utilização do quadro de giz;</p> <p>da não centralidade do livro texto;</p> <p>Uso da tecnologia;</p>

³⁰ Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=0RthDFAR60w>>.

³¹ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=iZVYm-ghVTA>> .

³² Disponível < <https://www.youtube.com/watch?v=0B4-wUgPKd4>>.

	<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo sobre fotossíntese³³ - Exposição oral com <i>Power Point</i> - Utilizando o aplicativo <i>Canva</i>³⁴- histórias em quadrinho <p>“De que forma a planta produz seu alimento?”</p>		Ênfase na interação, criatividade do aluno.
3º (4 aulas)	<p>Atividade: <u>Revisando, enfatizando e avaliando.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o simulador <i>Phet</i>³⁵ para enfatizar os conceitos de fotossíntese e processo de propagação de calor. - Desenho do protótipo pelo aluno identificando a forma de energia, e transformações e propagação de calor que ocorre no protótipo da horta. - Jogo online “<i>Show do Milhão</i>” <p>- <u>Tarefa para casa:</u> pesquisa sobre dois tipos de cultivos, seu valor nutricional e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, preparo do solo e tempo necessário para irrigação.</p>	<p>Transferência de energia;</p> <p>Propagação de calor.</p>	<p>Princípio da não utilização do quadro de giz; da não centralidade do livro texto; da consciência semântica.</p> <p>Uso da tecnologia.</p>
4º (2 aulas)	<p>Atividade: <u>Conhecimentos para a construção de uma horta escolar em dupla.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilização do aplicativo <i>Inshot</i>³⁶. Cada dupla elabora e apresenta em forma de vídeo sua pesquisa. 	<p>Características gerais do solo;</p> <p>Técnicas de irrigação e cultivo.</p>	<p>Princípio do abandono da narrativa; da consciência semântica; do conhecimento como linguagem.</p>
5º (4 aulas)	<p>Atividade: <u>Construindo a horta (Aula de Campo).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividade colaborativa para o plantio e construção da horta. - Montagem do sistema para produção de Produção de <i>húmus</i>. 	<p>Cuidado com o solo;</p> <p>Processo de adubação e irrigação;</p> <p>Plantio.</p>	<p>Sustentabilidade</p>
6º (4 aulas)	<p>Atividade: <u>Relacionando conceitos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vídeo sobre mudanças climáticas³⁷. - Definição de calor e temperatura³⁸ <i>Phet</i>³⁹. - Experimento demonstrativo: efeitos da chuva ácida⁴⁰. 	<p>Efeito estufa e chuva ácida.</p>	<p>Princípio da não utilização do quadro de giz; da interação social e questionamento;</p>

³³ Disponível <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>.

³⁴ Aplicativo disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/criar/tirinhas/>.

³⁵ Disponível: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes> e < https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html>.

³⁶ Disponível: < https://play.google.com/store/apps/details?id=com.camerasideas.instashot&hl=pt_BR>

³⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Oe0npq64-LI>>.

³⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=plrzy3AjQT0>>.

³⁹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu>

⁴⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4&t=168s> , 2018.

	- Elaboração de um folder pelo <i>Canva</i> ⁴¹ .		do conhecimento como linguagem.
7º (4 aulas)	Atividade: <u>Relacionando conceitos</u> <i>Será que o homem tem contribuído para mudanças climáticas no planeta?</i> - Aula expositiva sobre fontes e forma de energia ⁴² ; - Pequenos vídeos ⁴³ sobre mudanças climáticas; - Utilização do jogo <i>Plickers</i> ⁴⁴ para a avaliação dos conceitos trabalhados (perguntas e respostas).	Fontes e forma de energia; Fontes alternativas de energia; Vantagem e desvantagens	Reflexões sobre o impacto ambiental; Ênfase na interação e criatividade do aluno.
8º (4 aulas)	Atividade: <u>Relacionando conceitos</u> - Produção de papel semente: convites, embalagens, cartão visita e capas para agendas e cadernos. - Atividade colaborativa presencial.	Reciclagem do lixo seco.	Princípio do aprendiz como perceptor Empreendedorismo Criatividade. Sustentabilidade
9º (4 aulas)	Atividade: <u>Criando sistema de irrigação autônoma.</u> - Apresentação de vídeo ⁴⁵ sobre Arduino. - Criação do projeto de irrigação sem o Arduino. ⁴⁶ - Elaboração de projetos (duplas). - Escolha do projeto com maior potencial de aplicação/praticidade para o contexto (baixo custo).	Noções básicas de eletrônica; programação	Princípio da aprendizagem pelo erro. Criatividade. Uso da tecnologia.
10º (4 aulas)	Atividade: <u>Implementando a irrigação por gotejamento.</u> - Montagem do sistema de irrigação automatizada utilizando o Arduino (<u>Aula de Campo</u>).	Sistema de irrigação automatizado	Princípio do abandono da narrativa. Economia energética.

⁴¹ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>./

⁴² Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

⁴³ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>.

⁴⁴ Disponível: <<https://www.plickers.com/library>>.

⁴⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xRyePvaMqU>>.

⁴⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CrHJj4OQ6Sw>>.

<p>11° (4 aulas)</p>	<p>Atividade: <u>Avaliando a aprendizagem.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaplicação do questionário inicial. - Avaliação final sobre a SD. 	<p>Todos os conceitos trabalhados no bimestre.</p>	<p>Princípio da aprendizagem pelo erro.</p>
--------------------------	---	--	---

Fonte: Elaboração própria

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo se refere a descrição da SD elaborada no decorrer da pesquisa, discriminando cada atividade executada, culminando com a construção de uma horta com sistema automatizado de irrigação (HEA). A seguir, será discriminada cada uma das atividades desenvolvidas nos momentos de aprendizagem da SD.

PRIMEIRO MOMENTO

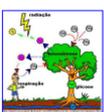
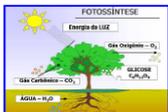
Atividade (4h/aula): Levantamento dos conhecimentos prévios

OBJETIVOS: Buscar o conhecimento prévio (*subsunção*) sobre conceitos básicos de energia, suas formas, transformações e aplicações; Instigar a elaboração de hipóteses.

Apresentar a SD e estabelecer os critérios de avaliação diária, tais como a divisão da turma em duplas para a realização de algumas atividades.

Aplicar questionário para investigação dos conhecimentos prévios dos educandos (Figura 17).

Figura 17 - Questionário do Conhecimento Prévio dos Educandos

<p>Colégio Estadual José do Patrocínio Disciplina: Ciências da Natureza Ano: 9º 901/903 Nível de Ensino: EF Professor (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar Nome: _____</p> <p> Olá galerinha, hoje estamos iniciando o 2º bimestre e com muitas novidades! Aproveitem, questionem e criem!</p> <p>Questionário de Levantamento (Conhecimentos Prévios)</p> <p>1- Imagine que sua turma fosse convidada para construir uma horta no colégio. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?</p> <p></p> <p>_____</p> <p>2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.</p> <p></p> <p>_____</p> <p>3- Uma turma de uma escola se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que faziam para se livrarem das folhas secas e das minhocas. Ajude-os a encontrar uma solução para limpar o terreno rápido e sem matar as minhocas? Isso seria possível? Justifique sua resposta.</p> <p></p> <p>_____</p>	<p>4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.</p> <p></p> <p>_____</p> <p>5- Se você fosse escolher um dos modelos de horta abaixo (1 ou 2), para construir uma horta em nossa escola, qual delas escolheria? Leve em consideração o espaço disponível na sua escola e as condições necessárias para elaboração da horta idealizada por você? Justifique sua escolha.</p> <p> 1  2</p> <p>_____</p> <p>6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e consequente morte?</p> <p>_____</p> <p>6- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.</p> <p>_____</p>
---	--

Fonte: Elaboração própria

Recolher os questionários e dar orientações sobre o plantio a ser realizado pelos educandos, respeitando a opção de cada um sobre o tipo que escolherá, bem como foram apresentadas as técnicas de preparo de mudas, demonstrando o passo a passo de como preparar sementes para germinação por meio de vídeos. Estas mudas produzidas devem ser transplantadas para o ambiente escolar na quinta atividade desta aplicação.

SEGUNDO MOMENTO

Atividade 2 (4h/aula): Qual o processo as plantas utilizam na obtenção de energia?

OBJETIVOS: Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de fotossíntese e transferência de energia.

Apresentar um experimento da fotossíntese utilizando a planta aquática elódea (*Elodea canadense*) como organizador prévio (Figura 18).

Figura 18– Experimento da fotossíntese (Organizador Prévio)



Fonte: Elaboração Própria

Exibir o vídeo sobre fotossíntese (Figura 19) e dar continuidade por meio da aula expositiva ao conteúdo referente ao fenômeno da fotossíntese com o uso da ferramenta *Power Point* dando ênfase aos conceitos de propagação de calor, fonte de energia, transformação de energia no contexto do fenômeno biológico. Solicitar ao término da aula expositiva que os

educandos registrem por meio de desenho os conceitos trabalhados na aula e postem na plataforma *Google Classroom*.

Figura 19- Vídeo da Fotossíntese



Fonte⁴⁷.

Finalizando a etapa, utilizar o aplicativo *Canva*⁴⁸ (Apêndice E), e solicitar aos educandos(dupla), produzam uma história em quadrinhos abordando os conceitos trabalhados nesta etapa.

TERCEIRO MOMENTO

Atividade 3 (2h/aula): Avaliando o processo de produção de matéria orgânica pelos vegetais (conteúdo: fotossíntese).

OBJETIVOS: Avaliar o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos de fotossíntese e transferência de energia.

Utilizar o simulador *Phet* para trabalhar situações diferenciadas onde ocorre o processo de propagação de calor; formas de energia e transformações para revisar os conceitos trabalhados na aula anterior e aprofundar os conceitos relacionados a formas, transformações de energia e propagação de calor que ocorrem no sistema de uma horta (protótipo).

⁴⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>

⁴⁸ Aplicativo disponível em:

https://www.canva.com/design/DAEAseHbBjI/m30mbuCT422K2eU8HsQwFg/edit?category=tACZCigycaA&utm_source=onboarding

Simulador *Phet* – FORMAS DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES

Simular situações no *Phet* como aquecer e resfriar o ferro, tijolo, água e azeite adicionar ou remover energia bem como mostrar como a energia é transferida entre os objetos nos sistemas do simulador (Figura 20).

Figura 20 - Formas de Energia e Transformações



Fonte⁴⁹

Simulador *Phet* – MOLÉCULAS E LUZ

Usar o simulador para ajustar o controle deslizante da fonte de luz e chamar a atenção dos educandos para como as diferentes moléculas reagem com as fontes de luz. Ainda usando o simulador, explorar como a luz interage com as moléculas na atmosfera e que a absorção da luz depende da molécula e do tipo de luz, bem como a estrutura das moléculas, como as clorofilas *a* e *b*, afeta a forma de como elas interagem com a luz (Figura 10).

Finalizando esta etapa, revisar todo conteúdo através do jogo Show do Milhão da Fotossíntese⁵⁰ (atividade avaliativa), jogo elaborado no *Power Point* (Figura 11) e de autoria própria, tutorial de confecção do jogo (Apêndice B).

Solicitar, como tarefa de casa, uma pesquisa (dupla), que será apresentada em forma de vídeo utilizando o aplicativo *Inshot*⁵¹(Apêndice B), seguindo os critérios de escolha do

⁴⁹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>.

⁵⁰ Disponível: https://drive.google.com/file/d/1_NVNp580I9uPH1HC0Rom_fam4eB5VOV/view?usp=sharing.

⁵¹ Disponível em: <<https://inshot-editor.br.uptodown.com/android/download>> .

cultivo, os devidos cuidados com a germinação, como a sensibilidade à exposição ao sol, preparo do solo e o tempo necessário para irrigá-lo.

QUARTO MOMENTO

Atividade 4 (6h/aula): Levantando conhecimentos para a construção de uma horta escolar (dupla).

OBJETIVOS: Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre as características gerais do solo, substâncias necessárias ao desenvolvimento do cultivo e técnica de irrigação diária.

Solicitar a apresentação da pesquisa, em forma de vídeo utilizando o aplicativo *Inshot* (Apêndice C), organizar um quadro esquemático com as características e os devidos cuidados de cada cultivo apresentado. Neste momento também, deve-se orientar aos educandos sobre os materiais que cada deve levar para escola, bem como, as mudas cultivadas em casa, os restos orgânicos e o estrume de boi para produção de húmus.

QUINTO MOMENTO

Atividade 5 (6h/aula): Construindo nossa horta escolar (Aula de Campo).

OBJETIVOS: Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências para construção de uma horta escolar.

Realizar o plantio das mudas, produzidas pelos educandos em casa, no espaço escolar. Organizar a aula com divisão da turma em dois grupos para realização da aula de campo.

O educador como mediador deste processo, deve sugerir a produção de nutrientes (*húmus*) a partir de estrume de boi seco, resto orgânico de vegetais (casca de frutas, verduras e legumes), papel picado e minhocas (Figura 21).

Aproveitar a aula de campo para revisar (reconciliação integradora) os processos de propagação de calor (radiação e convecção) e propor uma investigação da temperatura do material (esterco e resto orgânico em decomposição) inserir o conceito do processo de propagação de calor - condução (diferenciação progressiva).

Explicar a importância da produção do húmus e do biofertilizante para proteção do meio ambiente.

Figura 21 – Produção de *húmus*



Fonte: Elaboração própria

SEXTO MOMENTO

Atividade 6 (2h/aula): Refletindo sobre os Impactos Ambientais causados pela queima de matéria orgânica.

OBJETIVOS: Relacionar conceitos de ciências com o aproveitamento energético dos restos orgânicos.

Utilizar o protótipo da horta para discutir e ampliar os conceitos prévios dos educandos. Usar algumas situações observadas durante a construção da horta para contextualizar a aula de forma que os educandos possam adquirir novos conceitos em relação aos impactos ambientais causados pelo lançamento de gases na atmosfera provenientes das queimadas dos restos orgânicos (folhas secas).

Utilizar o ambiente da horta, para trabalhar conceitos referentes à queima de combustível fóssil e associar aos impactos causados ao meio ambiente pelas gerações de gases responsáveis pelo efeito estufa e pela chuva ácida que afetam a vida dos seres vivos na Terra (Figura 22).

Figura 22 – Espaço ocioso com folhas secas do Colégio Estadual José do Patrocínio



Fonte: Elaboração própria

Utilizar um vídeo sobre Mudanças Climáticas (Figura 23) com o intuito de agregar novos conceitos aos conhecimentos preexistentes dos educandos.

Figura 23 – O que causa o aquecimento global



Fonte:⁵²

Explicar, por meio do vídeo, o mecanismo que está provocando o aquecimento global, propor uma reflexão sobre os maiores responsáveis pela emissão de poluentes na atmosfera e solicitar aos educandos, medidas sustentáveis para minimizar os impactos causados no

⁵² Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=Oe0npq64-LI>>, 2015.

ambiente e pedir que verbalizem as respostas aos questionamentos realizados sobre a problemática.

Para revisar os conceitos trabalhados sobre mudanças climáticas, exibir o vídeo de Thenório (2018), sobre um experimento, referente a simulação da chuva ácida por meio da queima de combustíveis fósseis (enxofre) e os efeitos sobre os seres vivos utilizando uma rosa (Figura 24).

Figura 24 – Faça chuva ácida em casa

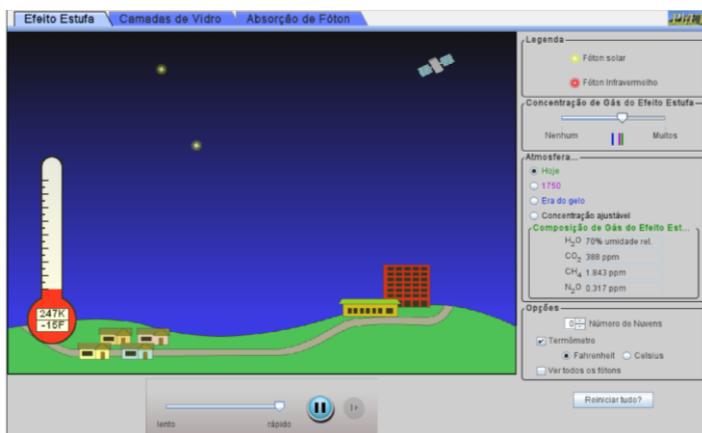


Fonte:⁵³

Ainda usar o simulador *Phet*, para mostrar como os gases de efeito estufa afetam o clima. Simular ainda, como a concentração desses gases altera a temperatura global.

Comparar o efeito estufa com aquecimento que ocorre nos painéis de vidro (vidraças), bem como analisar como a luz interage com as moléculas e mostrar que nem todos os gases atmosféricos contribuem para a intensificação do efeito estufa (Figura 25).

Figura 25- Simulador Phet – O Efeito Estufa



Fonte: ⁵⁴

⁵³ Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4&t=168s>.

⁵⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse>.

Propor a produção de um folder explicativo no aplicativo *Canva*⁵⁵ utilizando os conceitos científicos trabalhos desde o preparo do solo até o plantio (atividade avaliativa).

SÉTIMO MOMENTO

Atividade 7 (4h/aula): Será que o homem tem contribuído para as mudanças climáticas no planeta?

OBJETIVOS: - Analisar as fontes de energia a base de combustíveis fósseis e as consequências para o planeta;

- Discutir as vantagens de se utilizar fontes de energia limpas e renováveis;
- Analisar as consequências da utilização de Fontes de energia não renováveis.

Revisar e complementar os conceitos trabalhados na aula anterior exibindo o vídeo intitulado “Mudanças climáticas” (INEP, 2020), que aborda de uma forma resumida desde a primeira observação sobre o efeito estufa pelo matemático Jean Baptista Joseph Fourier e de outros cientistas a partir do século XIX sobre os efeitos desse fenômeno no nosso dia a dia e as ações para minimizar esses efeitos no meio ambiente (Figura 26).

Figura 26 - Mudanças climáticas



Fonte⁵⁶

Nesta etapa, trabalhar os conceitos referentes as fontes e formas de energia renováveis e limpas, por meio do vídeo intitulado “De onde vem a energia” e abordar os conceitos sobre fontes e formas alternativas de energia (Figura 27).

⁵⁵ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>.

⁵⁶ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>

Figura 27– De onde vem a energia elétrica



Fonte: ⁵⁷

Exibir o vídeo, sobre as fontes alternativas de energia de forma, propor a reflexão sobre as vantagens e desvantagens de cada fonte energética e os devidos impactos para o ambiente, tais como: a eólica, solar, termelétrica e hidrelétrica.

Relacionar as fontes energéticas presentes na região, discutir e associar o aumento de energia elétrica com a seca e a opção da utilização da termelétrica e o porquê da não utilização desta fonte de forma regular, chamar a atenção que as termelétricas são movidas por combustíveis geralmente fósseis e que acarretam sérios danos ao ambiente, haja vista que há opção de substituir esses combustíveis por uma fonte renovável produzido na região, o etanol.

Para avaliar os conceitos trabalhados sobre fontes, formas de energia e mudanças climáticas utilizar o jogo *Plickers*⁵⁸ *e-Learning Beta*, que é um jogo *online* que permiti aos educandos responderem as questões no seu computador ou celular e a educador acompanha e administra pelo aplicativo. O tutorial adaptado de Ferreira (2018), sobre o *Plickers e-Learning Beta* (Apêndice D).

OITAVO MOMENTO

Atividade 8 (4h/aula): Relacionando conceitos sobre reaproveitamento energético da matéria urbana.

⁵⁷Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

⁵⁸ Disponível:< <https://www.plickers.com/library>>.

OBJETIVOS: Reaproveitar matéria orgânica para mudança de comportamento em relação ao meio ambiente e dar a subsídio para construção de uma horta doméstica sustentável.

Trabalhar, além do estudo de conceitos da Física, o cunho social e sustentável deste projeto, para isto oportunizar a produção de papel semente, dar opção para usá-lo na produção de sua própria horta em casa e a produção de outros materiais (Figura 28).

Figura 28– Confeção da capa do caderno de anotações com papel semente



Fonte: Elaboração própria

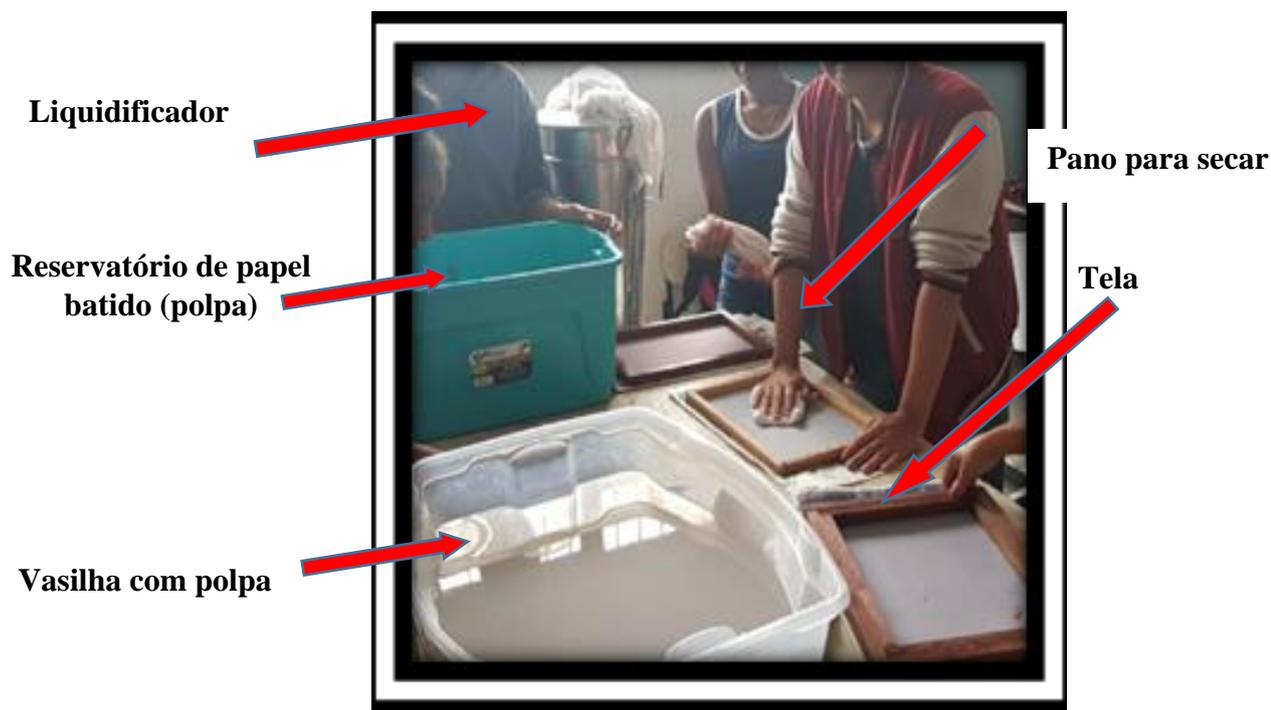
Instigar os educandos a tomar medidas sustentáveis livrando o meio ambiente do lixo seco, diminuindo a poluição e evitando queimadas e conseqüentemente diminuindo o índice de gás carbônico (CO₂) lançados na atmosfera, um dos principais gases do efeito estufa.

Orientar e conversar sobre o destino dado aos materiais produzidos com o papel semente quando estes não tiverem mais utilidade.

Em consonância com a professora de matemática, utilizar o papel semente para construções de planificações geométricas como molde para a confecção de embalagens utilizadas para embrulhar presentes, de forma a oportunizar o reaproveitamento destas antes de descartadas.

Usar o material e seguir o passo a passo da produção do papel semente tais como: 2 baldes, 3 litros de água, 2 a 4 telas de tamanhos variados, liquidificador de preferência industrial, semente de vegetais pequenos, recipiente de plástico retangular tendo como parâmetro o comprimento e a largura da maior tela de forma que encaixe no recipiente plástico, jornal, corda de varal, pregadores e um pano de aproximadamente 0,50 cm para secar (Figura 29).

Figura 29 – Confeção de papel semente



Fonte: Elaboração própria

NONO MOMENTO

Atividade 9 (4h/aula): Criando um sistema de irrigação autônoma

OBJETIVOS: Utilizar os conceitos construídos na SD para a construção de uma horta automatizada com Arduino.

Levantar a problemática da rega dos cultivos e propor aos educandos o desafio de solucionar o problema da rega utilizando o Arduino⁵⁹, válvula solenoide, relé e o sensor de umidade, para em duplas planejarem um projeto de irrigação automática utilizando os materiais citados (Figura 30).

⁵⁹ É uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão.

Figura 30 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação



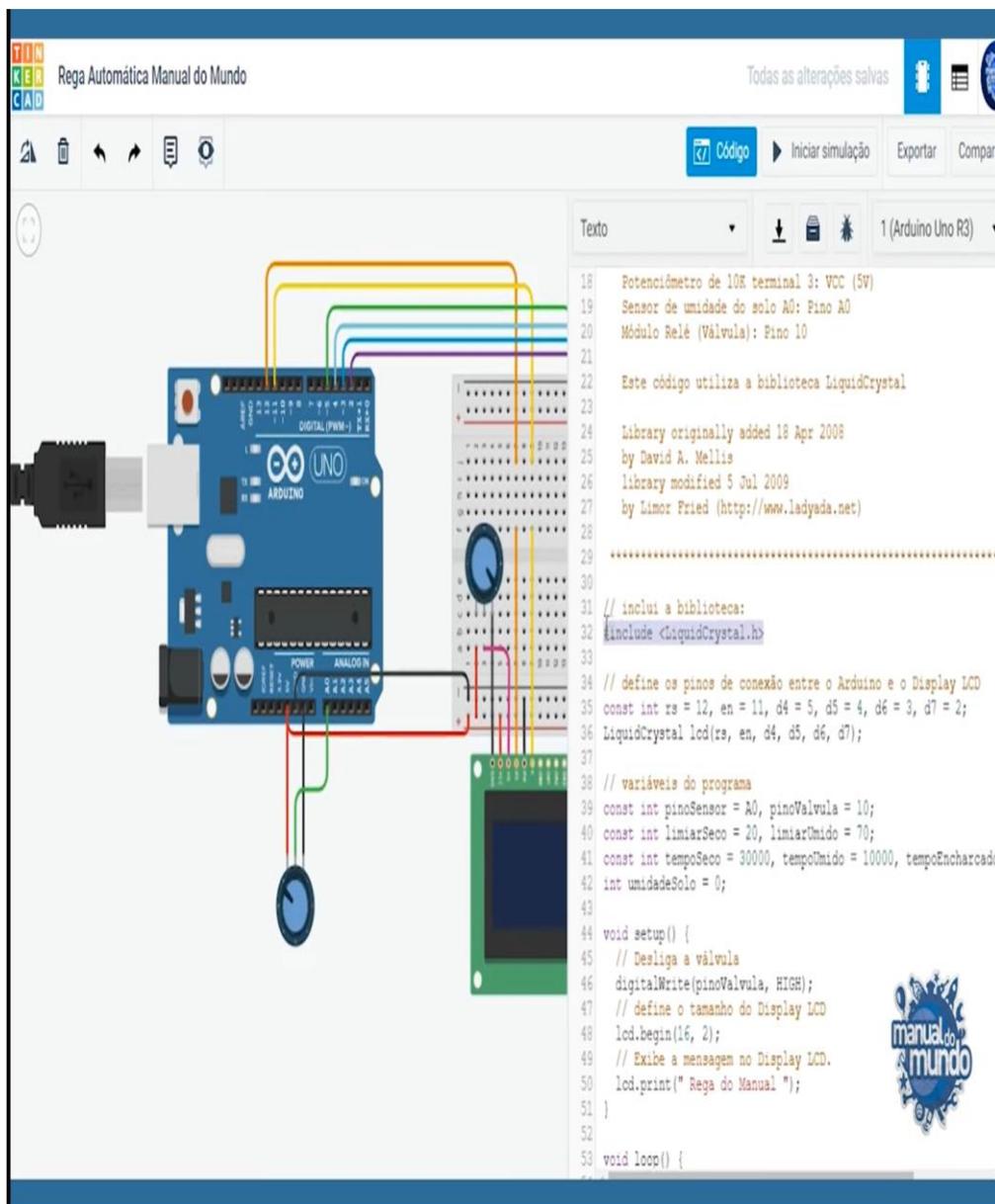
Fonte⁶⁰

Propor a apresentação dos projetos elaborados (duplas) e a escolha de um deles por toda a turma por meio de uma votação. Criar os critérios para a escolha do projeto como: criatividade, praticidade, sustentabilidade e adaptado a tecnologia do Arduino. Exibir o vídeo intitulado “Como fazer um robô de rega inteligente” de Thenório (2019), que demonstra o passo a passo de como programar uma rega inteligente, necessitando apenas da inserção dos dados desejados no projeto (Figura 31) ou usar a biblioteca do Arduino disponível no *Tinkercad*⁶¹.

⁶⁰ Disponível em: < https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_908701-MLB41390587866_042020-O.webp>.

⁶¹ Disponível em: < <https://www.tinkercad.com/things/kyzqNYMygMK-thunder-cad>>

Figura 31 – Como fazer um robô de rega inteligente.



Fonte:⁶²

Vale destacar, que para elaborar a programação utilizando o Arduino faz-se necessário o conhecimento da linguagem de computador (C++), porém esses simuladores já apresentam em bibliotecas programas nessa linguagem, bastando apenas que se manipule os dados de forma a contemplar as necessidades do projeto.

⁶² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_xRyePvaMqU>.

DÉCIMO MOMENTO

Atividade 10 (4h/aula): Implementando o sistema escolhido (Arduino) e a irrigação por gotejamento (Aula de Campo).

OBJETIVOS: compreender o funcionamento do Arduino para automatizar a horta.

Montar todo o sistema de irrigação composto de um módulo de sensor de solo; válvula solenoide; Arduino Uno; Fonte externa de 12 V e *jumpers* e cabo USB.

Essa etapa dependerá da escolha do projeto elaborado pela turma, cabe ao educador solicitar aos educandos os materiais para acoplar ao sistema já programado do Arduino.

DÉCIMO PRIMEIRO MOMENTO

Atividade 11 (2 h/ aulas): Avaliando a aprendizagem.

OBJETIVOS: Avaliar os conceitos trabalhados no bimestre.

Fazer adequações no questionário inicial e reaplicá-lo para avaliar os conceitos trabalhados no bimestre como instrumento de coleta e análise de dados, pode colocar imagens das etapas da construção da horta. Essa atividade ajuda verificar se houve ou não, por parte dos educandos, indícios de aprendizagem significativa e crítica.

Aplicar um questionário para avaliação da SD.

5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O presente capítulo descreverá toda a aplicação da SD, realizada na forma *online*, a qual culminou em um encontro presencial reservado. Da análise dessa aplicação se formatou o PE resultante da presente pesquisa (Apêndice A).

5.1 Apresentação do projeto e levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos

Este material foi pensado inicialmente para ser aplicado presencialmente em colégio estadual situado no município de Campos dos Goytacazes. Contudo, devido a pandemia mundial (BRASIL, 2020) divulgada no início do ano, houve a necessidade de readequar a prática de ensino fazendo com que a aplicação deste projeto se desse por de atividades remotas, apoiadas por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

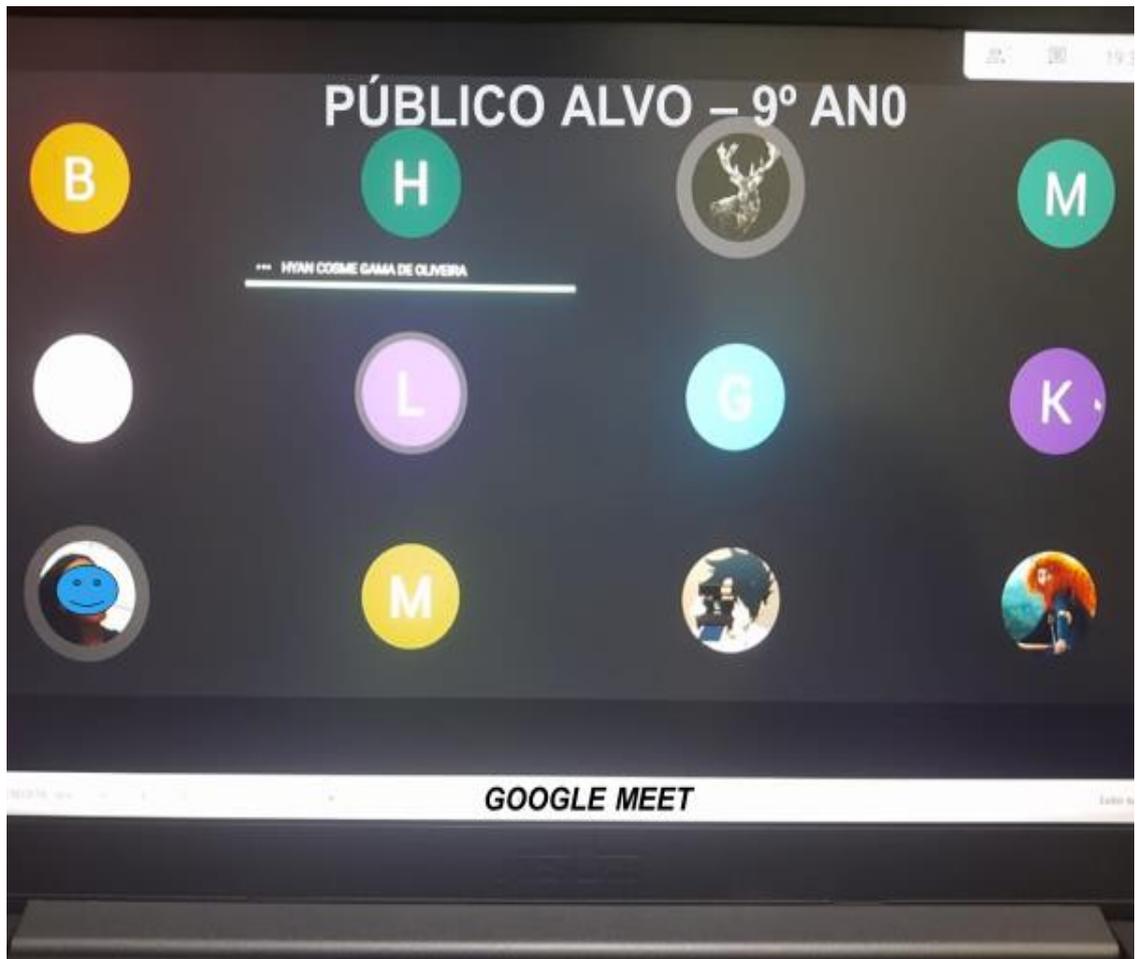
As propostas das atividades da SD também levaram em consideração os princípios facilitadores da TASC, tais como: do conhecimento prévio, da interação social e questionamento, da não centralidade do livro de texto, da aprendizagem pelo erro, da não utilização do quadro de giz e do abandono da narrativa, do conhecimento como linguagem, e consciência semântica, princípio do aprendiz como perceptor.

Ainda se fez uma abordagem com enfoque na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), priorizando o ensino de Ciências, com o uso da tecnologia de forma sustentável e com cunho social, dando subsídios ao educando para utilizar seu aprendizado como meio de subsistência familiar e possibilidade de empreender.

A professora/pesquisadora durante a aplicação propôs perguntas ao invés de respostas, pois segundo Moreira (2013), todo o conhecimento humano resulta de respostas as perguntas sobre o mundo de maneira geral. Essas respostas embora possam ser muito boas, cheias de convicção e explicativas, não são imutáveis, serão sempre provisórias, pois ao perceber que as respostas dependem das perguntas feitas estas levam à criticidade.

Esta pesquisa foi aplicada para um número de doze educandos (Figura 32), porém vale ressaltar que devido a dificuldade de acesso à internet, alguns educandos não conseguiram seguir todas as etapas da SD apresentada.

Figura 32 - Objeto da pesquisa



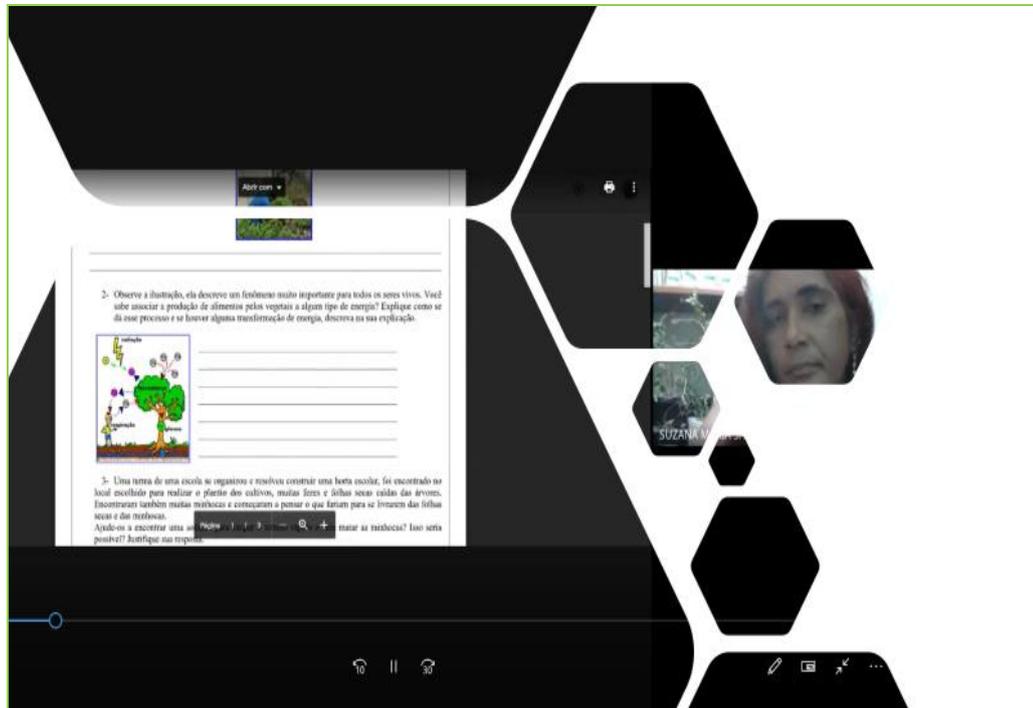
Fonte: Elaboração própria

No primeiro momento realizou-se o levantamento dos conhecimentos prévios, para resgatar os conceitos sobre energia presentes na estrutura cognitiva dos educandos.

Inicialmente apresentou-se a proposta do projeto e alertou para o comprometimento e a participação ativa de todos os envolvidos nas aulas *online* e nas realizações das atividades propostas. Ainda de comum acordo com os educandos, dividiu-se a turma em duplas para realização de algumas atividades que foram realizadas ao longo da aplicação desta SD.

Após as orientações necessárias, compartilhou-se o questionário para resgatar os conhecimentos prévios dos educandos. À medida que iam respondendo, os educandos postavam na plataforma *Google Classroom*. Vale destacar que neste momento também foi solicitado aos educandos a cautela e sinceridade em responder o questionário e alertado que o mesmo era investigativo, sem o intuito de valorar as respostas corretas (Figura 33).

Figura 33 – Aplicação do questionário - conhecimentos prévios



Fonte: Elaboração própria

Dando sequência a aula, apresentou-se um protótipo de uma horta com alguns cultivos, para enfatizar a importância de produzir alimentos orgânicos livres de agrotóxico e mais nutritivos. Ainda foram demonstradas algumas maneiras de preparo de sementes/mudas, como fazer para germinarem, como irrigá-las utilizando garrafa *pet* e os devidos cuidados a serem tomados com o solo.

Para ajudar na compreensão das técnicas apresentadas, foi exibido os vídeos “*Horta passo a passo*”⁶³ e “*Como construir um vaso auto irrigável*”⁶⁴ (Figura 34). Após esse momento, houve um questionamento sobre os alimentos que ingerem diariamente, qual seria a opção de cultivo e posterior plantio no espaço preparado pela escola para a construção da horta. Esse espaço, situado atrás do refeitório, foi estrategicamente escolhido pelos educandos junto a professora/pesquisadora com intuito dos cultivos serem utilizados na merenda escolar. Deve-se ressaltar a importância da parceria com a direção da escola para realização da capina e montagem dos canteiros.

⁶³ Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=0RthDFAR60w>>.

⁶⁴ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=iZVYm-ghVTA>>.

Figura 34– Passo a passo de como preparar sementes ou mudas para o plantio



Fonte: Elaboração própria

No término deste momento, os educandos foram orientados quanto suas tarefas de casa:

1. Separar sementes oriundas de sua dieta diária (verduras e frutas de pequeno porte);
2. Plantar as sementes ou fazer suas mudas conforme orientações dadas nos vídeos.

Os educandos se mostraram desejosos em preparar mudas de diversos vegetais dentre eles de melancia, cebola e alho.

5.2 – Descrição da aula expositiva sobre Fotossíntese

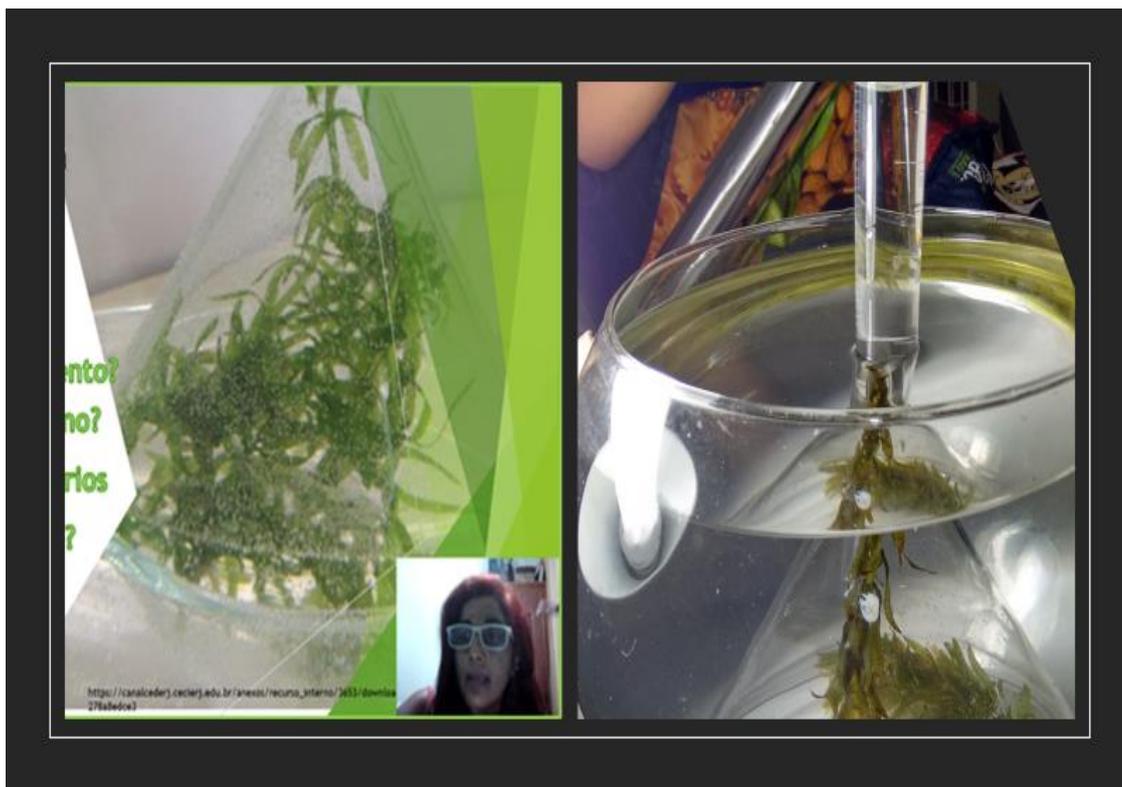
No segundo momento, pautado nos *princípios da não centralidade do livro texto e não utilização do quadro de giz* (MOREIRA, 2000), objetivou-se proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de fotossíntese e transferência de energia.

A professora/pesquisadora montou um experimento demonstrativo que foi compartilhado no *meet* sobre a fotossíntese (Figura 35) com a planta aquática *Elódea sp.* A experiência apresentada foi utilizada como organizador prévio⁶⁵ que serviu de pontes

⁶⁵ Organizador prévio são materiais introdutórios organizadores apresentados antes do material de aprendizagem em si destacando certos aspectos do assunto, e são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade servindo como ponte entre o que o aprendiz sabe e o que deve saber de forma a ter uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2008).

cognitivas entre novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do educando (MOREIRA; MASINI, 2008). Ausubel (1980) afirmava que o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, a organização e integração do novo material na estrutura cognitiva.

Figura 35 – Experimento da Fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

A professora/pesquisadora pediu aos educandos para observarem o experimento e notarem a liberação de bolhas das folhas da *Elódea* e realizou os seguintes questionamentos:

1- *Que fenômeno está sendo representado pelo experimento?*

Educando I: “*respiração*” e os educandos C, B, E e D responderam: “*fotossíntese*”.

2- *No que se refere ao questionamento para que serve esse fenômeno?*

A maioria respondeu erroneamente que era para as plantas “*respirarem*”.

3- *Em relação a pergunta, quais são os fatores necessários para que ocorra o fenômeno?*

Alguns educandos falaram que precisam de “*gás carbônico (CO₂) para respirar e água*”;

4- *Quando se perguntou o que representava as bolhas liberadas, poucos educandos identificaram como sendo o gás O₂.*

Após as questões geradoras de conflito sobre o experimento exibiu-se o vídeo⁶⁶ intitulado “A descoberta da fotossíntese”, com duração de 8:44 min, abordando de uma forma simples e didática os conceitos necessários para que os seres fotossintetizantes produzam matéria orgânica.

Embora a pesquisa seja focada no protagonismo dos educandos, cabe ao educador dar subsídios para que a diferenciação progressiva (AUSUBEL, 1968) aconteça, levando em consideração os conhecimentos prévios que os educandos possuem, a fim de oportunizar a modificação de seus *subsunçores* ao longo do processo (i. e., que um novo conceito seja aprendido).

A aula expositiva iniciou-se com a explicação sobre a origem do nome *fotossíntese*. Foi usada uma ilustração (com *gif*) representando de forma dinâmica a absorção da radiação eletromagnética do Sol pela clorofila e indicando as duas fases da fotossíntese (Figura 36).

Figura 36- Visão geral da fotossíntese

Visão Geral da Fotossíntese

A luz é uma forma de radiação eletromagnética, um tipo de energia que viaja em ondas.

Equação geral:

$$6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2$$
PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

Equação simplificada:

$$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$$

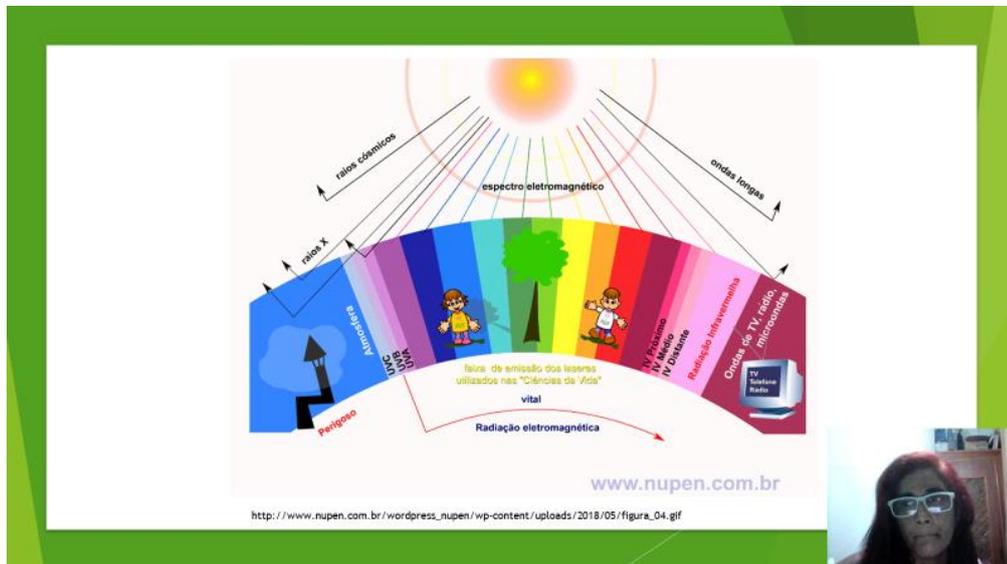
Fonte: Elaboração própria

Logo em seguida, foi discutida a dependência dos seres fotossintetizante da energia solar, pois a clorofila absorve e transforma a energia solar em energia química quebrando as moléculas de água dissociando em hidrogênio e na segunda fase reage com CO₂ para produzir moléculas orgânicas, (Figura 37). Mostrou-se o espectro eletromagnético para observar que a luz visível ao olho humano está entre a faixa de 700nm a 400nm para relacionar que o verde das folhas dos vegetais resulta do reflexo da clorofila a ou b e que esses pigmentos absorvem

⁶⁶ Disponível <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>.

a energia luminosa do Sol e refletem o comprimento de onda de sua cor verde, Bear e Rintoul (2016, p. 335-336).

Figura 37- Propagação de ondas eletromagnéticas no processo da fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

Ainda foi explicado que a luz visível pode se propagar de forma dual, ora na forma de ondas, ora na forma de partículas-fótons. A luz apresenta comprimentos de ondas longas (cor vermelha) de baixa energia e comprimentos de ondas curtas (cor azul) de alta energia.

Dando continuidade à aula foram abordados conceitos envolvidos nas duas fases do fenômeno da fotossíntese: fase clara dependente da luz e fase escura ou independente da luz. Na fase clara foi definido os processos de propagação de calor: convecção e radiação. No ciclo de Calvin, que pode ocorrer na presença da luz ou não, as moléculas orgânicas reagem com o CO_2 produzindo a matéria orgânica - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glicose) e liberando o O_2 para a atmosfera (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 331-339).

Destacou-se que a energia solar é emitida na forma de ondas eletromagnéticas, as quais incidem sobre os cultivos como radiação. Ocorre nesta etapa também, a absorção do CO_2 e a eliminação do O_2 , fenômeno de propagação de calor chamado convecção. Neste processo a incidência da energia solar sobre os cultivos deixa o ar mais aquecido e menos denso na parte interna da folha, saindo o O_2 . Já a região externa da folha fica mais fria. O CO_2 , presente no ar se desloca para a região interna e mais quente, gerando uma corrente de convecção (IBID, p. 285-287).

Após essa exposição oral foi realizada uma revisão no simulador *Phet*⁶⁷ sobre os conceitos da fotossíntese e processo de propagação de luz com intuito de avaliar os indícios de aprendizagem. Em seguida foi solicitada a produção de um desenho representando o ambiente de uma horta e abordando os conceitos desenvolvidos e revisados nesta etapa. Essa atividade foi postada logo após o término da aula *online* (Figura 38).

Figura 38– Conceitos expressos por meio de desenhos – Fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

Finalizando essa etapa os educandos utilizaram o aplicativo *Canvas*⁶⁸ para produzirem uma história em quadrinhos abordando os conceitos trabalhados sobre a fotossíntese. A professora/pesquisadora enfatizou os critérios para essa história:

- Criar um diálogo sobre a importância da fotossíntese para os seres vivos;
- Destacar a função da fotossíntese para o vegetal;
- Relacionar o experimento com o processo da fotossíntese, destacando:

⁶⁷Disponível: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes> e < https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html>.

⁶⁸Aplicativo disponível em: https://www.canva.com/design/DAEAsHbBjI/m30mbuCT422K2eU8HsQwFg/edit?category=tACZCigycaA&tm_source=onboarding

- Fonte de energia: como o vegetal utiliza a fonte de energia para realizar o fenômeno?
- Liberação de gás: associar as bolhas liberadas dentro do funil no experimento com a liberação de gás?
- Relatar os fatores necessários para a realização da fotossíntese e comparar com os elementos (bicarbonato de sódio, *Elódea sp.*, água e luminária) utilizados no experimento.

5.3 Trabalhando conceitos de outras fontes e formas de energia

O terceiro momento iniciou com a apresentação da história em quadrinhos, momento de enfatizar a reconciliação integrativa (AUSUBEL, 1968). O objetivo principal foi avaliar as habilidades e competências dos educandos para relacionar os conceitos sobre fotossíntese e transferência de energia, trabalhados no momento do levantamento dos conhecimentos prévios.

Após a elaboração das histórias em quadrinho pelos educandos, que foram preparadas e apresentadas em duplas e escolhidas em comum acordo. Foi observado neste momento, o princípio *da interação social e do questionamento* (MOREIRA, 2000), que consiste em ensinar a aprender e a interagir socialmente, o que é essencial para se concretizar um episódio de ensino.

Durante o preparo das histórias, notou-se a preocupação em inserir os conceitos trabalhados corretos e com clareza, pois a maioria dos educandos solicitou, por meio do *whatsapp*, a confirmação dos conceitos aplicados nos textos das histórias criadas, o que mostrou indícios que os objetivos desta atividade haviam sido contemplados.

De acordo com Gowin (1981), tal comportamento ocorre quando há significado entre os materiais educativos do currículo, compartilhados entre educador e educando. Essa troca de significados envolve uma constante troca de perguntas ao invés de respostas.

Após a apresentação das atividades os educandos utilizaram novamente o simulador *Phet* para trabalharem situações diferenciadas com a ocorrência do processo de propagação de calor, formas de energia e transformações. Desta forma, foi possível revisar, aprofundar e avaliar os conceitos trabalhados na aula anterior que ocorrem no sistema de uma horta.

No simulador foram criadas várias situações simples como: aquecer e resfriar o ferro, tijolo, água e azeite, de forma a dar significado às palavras, contemplando o *princípio da consciência semântica* (MOREIRA, 2000). Os educandos interagiram durante as simulações solicitando mudar as formas de energia em cada situação. A professora/pesquisadora

questionou em relação aos benefícios e aos impactos negativos envolvidos em cada fonte energética. Um dos questionamentos foi sobre a origem da energia, que é usada nas casas da população de Campos e região vizinha.

Alguns educandos associaram a origem da produção de energia elétrica à água do rio, mas a maioria não soube associar a fonte de energia a hidrelétrica. Em relação ao Parque Eólico de Gargaú (Figura 39), situado no município vizinho de São Francisco/RJ, nenhum educando associou a produção de energia eólica.

Foi promovida uma discussão a respeito dessa fonte e muitos se referiram aos aerogeradores (cata-ventos gigantes) se mostrando surpresos em ouvir a explicação de como ocorria a geração de energia elétrica a partir do vento. Eles ainda destacaram os ruídos altos que são ouvidos quando passam pelo local, atribuindo a esse desconforto um ponto negativo.

Foi questionado a não utilização dessa fonte alternativa de energia em todo o Brasil. Neste momento, a professora/pesquisadora instigou-os a pensar em relação a intensidade do vento necessária para produzir o movimento das hélices (energia mecânica) e conseqüentemente produzir energia elétrica. Notou-se que os educandos concluíram que essa fonte de energia necessita de ventos regulares e que em muitas regiões do Brasil isso não ocorre. A estação eólica de São Francisco do Itabapoana/RJ que está localizada numa região descampada e próxima ao mar, o que propicia ventos regulares.

Figura 39 – História em quadrinhos da dupla C



Fonte: Elaboração própria

Em seguida foi explanada outra fonte alternativa de energia presente na região, a Termelétrica de Furnas/SA, onde para surpresa, os educandos relataram nunca terem ouvido falar da existência desta termelétrica no município de Campos dos Goytacazes.

Por meio da aula dialogada, explicou-se o funcionamento dessas usinas e como ocorre a geração de energia em cada caso. Ainda buscou investigar se eles tinham conhecimentos sobre os painéis fotovoltaicos (energia solar) instalados em muitas casas próximos a escola, os quais na maioria não tinham conhecimento. São crianças de comunidades carentes da região, por isso necessitam ser mais bem esclarecidas sobre a realidade das fontes energéticas. A professora/pesquisadora explicou o funcionamento dessa fonte energética utilizando o simulador *Phet*.

Dando continuidade à aula, foi utilizado também o simulador *Phet* sobre Molécula e luz para explorar como a luz interage com as moléculas na atmosfera, mostrando também que a absorção da luz depende da molécula. Neste momento associou-se a molécula da clorofila, que absorve as ondas eletromagnéticas de comprimento das cores azul e vermelha. Houve questionamentos sobre o porquê enxergamos a cor verde das clorofilas. Embora já tivesse sido explicado no momento anterior, foi enfatizado que a clorofila, que dá a cor verde característica da maioria dos vegetais, absorve a luz nas faixas do vermelho e do violeta do espectro eletromagnético e reflete a luz verde. Como a luz refletida é a que atinge os nossos olhos, essa é a cor que vemos ao olharmos para uma folha.

Foi explorado como ocorre a interação da luz com as moléculas na atmosfera de forma a associar as trocas gasosas CO₂ (absorvido) e o O₂ (eliminado) no fenômeno da fotossíntese. Foi revisado o processo de propagação de calor denominado convecção.

Finalizando esta etapa, houve o jogo de perguntas e respostas intitulado “*Show do Milhão da Fotossíntese*”, como atividade avaliativa.

Os educandos se mostraram estimulados e percebeu-se como a ludicidade estimula a competição e o desejo de acertar. O jogo foi elaborado com 14 perguntas referentes aos conceitos trabalhados e o resultado se mostrou satisfatório.

Foram estabelecidos alguns critérios para definir a ordem dos educandos para iniciar o jogo através do lançamento de dados. O primeiro educando ao iniciar só passava a vez quando respondia errado, o que o impedia de seguir adiante permanecendo na casa. Foram realizadas 4 rodadas, o que oportunizou ao educando a aprender a partir do erro. Durante a realização do jogo foram observadas as ponderações de Postman (1996), quando afirma que os educadores devem permitir a seus educandos detectar seus erros e corrigi-los e de Moreira (2000), que

orienta a não se punir quem erra, mas dar oportunidade para que o sujeito aprenda (Figura 40).

Figura 40 - *Show do Milhão da Fotossíntese*



Fonte: Elaboração própria

Encerrando esse momento, com o intuito de preparar para a realização do plantio das mudas, foi solicitada uma pesquisa referente ao cultivo escolhido para o plantio no ambiente escolar.

A apresentação deveria ser em forma de vídeo e para tanto os educandos utilizaram o aplicativo *Inshot* e apresentaram em dupla. Foram orientados a abordarem os cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao Sol, o preparo do solo, o valor nutritivo e o tempo necessário para irrigar os cultivos.

A professora/pesquisadora estabeleceu alguns critérios para a realização da pesquisa, tais como:

- ❖ Não utilizar rede sociais para pesquisar como: *facebook*, *instagram*, *Whatsapp*, entre outros;
- ❖ Não utilizar o site *Wikipédia*, que é um projeto de enciclopédia de licença livre, pois qualquer pessoa pode postar conteúdos com informações erradas;

- As pesquisas devem ser em sites confiáveis como MEC, revistas renomadas e artigos publicados, não se esquecendo de orientar aos educandos para anotar as referências. Foi sugerido o navegador *google* acadêmico, como filtro, o qual pôde ajudar na qualidade da pesquisa.
- A pesquisa deveria abordar dois tipos de cultivo, seu valor nutricional e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo necessário para irrigar os cultivos, além do passo a passo de uma horta, desde a preparação da semente até o plantio das mudas.

5.4 Construção colaborativa da Horta Escolar (Aula de Campo)

Quarto momento, os educandos apresentaram a pesquisa realizada em casa sobre o cultivo, ratificando o *princípio do abandono da narrativa* (MOREIRA, 2000), no qual o educando vai gradativamente construindo conceitos exercendo sua função de protagonista do processo. Esta etapa objetivou proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre as características gerais do solo, substâncias necessárias ao desenvolvimento do cultivo e técnica de irrigação diária dando ênfase aos cuidados com o meio ambiente.

Coube a professora/pesquisadora durante a apresentação da pesquisa, organizar um quadro esquemático com a identificação de cada cultivo (Quadro 04), de forma a facilitar e organizar o local de plantio.

Após a apresentação de todos os vídeos, dividiu-se a turma em 2 grupos de 6 educandos para irem no dia 17/07/2020 realizar o plantio de suas mudas, seguindo todas as medidas de segurança exigidas neste momento de pandemia.

Todo o material necessário para o plantio e preparação de *húmus*, como casca de verduras e frutas picadas, a muda cultivada, estrume de boi e preparo do solo foi dividido entre os educandos, de forma que cada um pudesse colaborar na construção da horta.

A direção da escola providenciou a capina, *kit* jardinagem, mangueira de irrigação, ancinho, instalação de torneira dentro do espaço cercado para construir a horta e adubo orgânico.

A professora/pesquisadora combinou de levar estrume de boi, restos de vegetais picados, três recipientes para montar uma composteira chamada de "*minhocasa*", algumas sementes e mudas, inclusive papel semente proveniente das sobras das capas dos cadernos

feitas pelos educandos no período de aula presencial em fevereiro/20. Trabalhou-se desta forma a questão da sustentabilidade.

Quadro 04 – Informações das características do cultivo

Duplas	Cultivo	Cuidados	Irrigação
A	abóbora	Receber o sol maior parte do dia e plantar nos cantos para evitar danos aos outros cultivos, seu pé alastra muito.	Irigar 2 vezes uma pela manhã e outra no final da tarde.
B	cebolinha	A cebolinha necessita de espaço para se desenvolver não devendo ser plantado ao lado da alface ou salsinha ou cenoura.	Molhar todos os dias nos horários frescos.
C	agrião	Plantar em solo fértil, rico em matéria orgânica.	Irrigação regular e sempre sob o sol pleno.
D	manjericão	Gosta muito de sol e se adapta bem em climas tropicais ou subtropicais	Precisa de água regularmente, especialmente nas épocas mais quentes do ano, de preferência de manhã para que a planta possa absorver a quantidade de água necessária ao seu desenvolvimento.
D	cenoura	Plantar num solo fértil e de preferência só de cenouras.	Irigar a cada 3 vezes dias até germinar.
E	salsinha	A salsa não se deve plantar ao lado da alface, atrapalha o seu desenvolvimento. Plantar em local que apanhe a maior quantidade de sol diária.	Molhar com frequência, mas preste atenção para não regar demais, evitando a criação de fungos.

Fonte: Elaboração própria

No dia 17/07/2020, ocorreu o QUINTO MOMENTO, de comum acordo com os pais e obedecendo ao plano de retomada das atividades econômicas e sociais, datado de 01/07/2020, o “*Campos daqui para frente*”, pautado no Decreto 068/2020.

Esta aula de campo teve como objetivo proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências para construção de uma horta escolar e trabalhar a questão ecológica de sustentabilidade na produção de húmus.

De posse das informações sobre o cultivo de cada dupla, a professora/pesquisadora dividiu os seis canteiros preparados por equipe, três canteiros para cada equipe de acordo com o horário previamente estabelecido.

Os educandos da primeira equipe utilizaram os *kits* de jardinagem para revolver o solo e misturá-lo com o adubo fornecido pela escola, após essa etapa fizeram o transplante de suas mudas para o canteiro designado pela professora/pesquisadora. Além de plantar as suas mudas, os mesmos plantaram o papel semente de salsinha, que bastou picar, molhar e plantar, bem como plantaram as mudas de cebolinha verde adquiridas pela professora/pesquisadora.

Após realizarem o plantio, este grupo deixou as cascas de restos orgânicos picadas para o segundo grupo montar a estrutura para produção de *húmus*. A professora/pesquisadora também aproveitou o momento para entregar a premiação referente ao desempenho dos educandos no jogo *Show do Milhão da Fotossíntese* e foram liberados para casa (Figura 41).

Figura 41 – Premiação do Show do Milhão da Fotossíntese

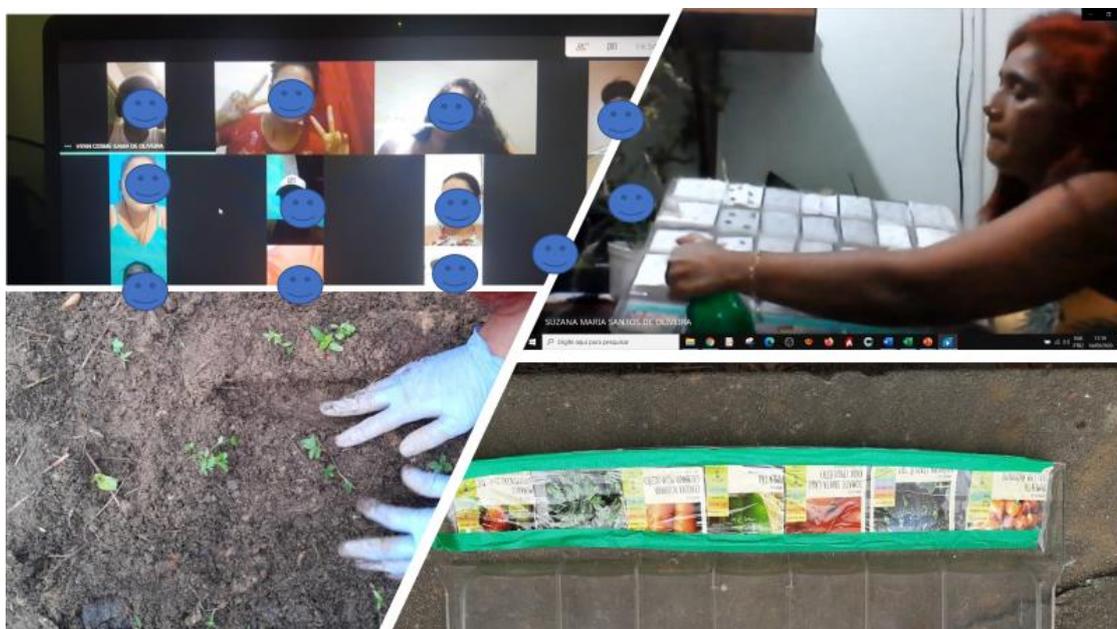


Fonte: Elaboração própria

O segundo grupo realizou o plantio de suas mudas e utilizou as sementes que estavam germinando na sementeira para plantar nos canteiros reservados para eles. O grupo também plantou em um dos canteiros as mudas de manjericão, papel semente e as de pimentão fornecidas pela professora/pesquisadora (Figura 42).

Após o plantio das mudas, teria que haver um acompanhamento diário do desenvolvimento do cultivo pelos educandos, porém as circunstâncias decorrentes da pandemia impossibilitaram essa atividade, desta forma, a escola designou uma pessoa para ficar responsável por essa parte e toda semana esse funcionário mandava as fotos dos cultivos, possibilitando assim que os educandos fizessem o acompanhamento do desenvolvimento dos cultivos. A professora/pesquisadora compartilhava e analisava o desenvolvimento das mudas, por meio das fotos, nos encontros *online* com a turma.

Figura 42 – Transplante das sementes germinadas para o solo



Fonte: Elaboração própria

Ao terminar o plantio de todas as mudas, este grupo iniciou a montagem da “*minhocasa*”. A professora/pesquisadora providenciou as minhocas californianas, bem como estrumes de boi e três caixas plásticas para montagem do minhocário. As três caixas foram preparadas pela professora/pesquisadora, com a realização de pequenos furos na parte inferior da caixa que ficou em cima, bem como na tampa e na parte inferior da caixa, que ficou no meio. No último compartimento colocou-se uma torneira para a retirada do biofertilizante.

Neste momento foi explicado que a decomposição dos restos orgânicos produz *chorume* que contamina o lençol de água subterrâneo e para evitar a produção deste líquido causado pela liberação do gás nitrogênio gerado na decomposição, coloca-se papel picado, o qual equilibra a quantidade de gás carbônico (CO₂) com a quantidade de nitrogênio (N₂), que

é proveniente da decomposição da matéria orgânica e produz biofertilizante, que será reaproveitado na horta (Figura 43), conforme afirmam Santos e Júnior (2013).

Figura 43 – Produção de *Húmus* – “*minhocasa*”



Fonte: Elaboração própria

A estrutura da “*minhocasa*” foi montada obedecendo a ordem a seguir:

1. No primeiro compartimento colocou as cascas de verduras e legumes e papel picados.
2. No segundo compartimento, a mistura de matéria orgânica com o estrume de boi, além das minhocas. A matéria orgânica do primeiro compartimento servirá de reserva para as minhocas, que deverão migrar à medida que esses alimentos (restos orgânicos) forem consumidos por elas no compartimento do meio.
3. No último compartimento colocou-se uma torneirinha para a retirada do líquido que será produzido durante o processo de decomposição do material orgânico. Todo o processo de produção de *húmus* dura cerca de três semanas.

As composteiras são uma excelente ferramenta de redução do lixo orgânico, pois o transforma em adubo, o que reduz significativamente a quantidade de resíduos orgânicos, que normalmente são encaminhados para os aterros sanitários, reduzindo desta forma os impactos ambientais.

Para realizar a compostagem com minhocas, devem-se observar alguns cuidados como controlar a temperatura e o excesso de umidade na composteira, que dificulta a locomoção das

minhocas, pois o composto fica escorregadio, influenciando na aeração do processo de compostagem. A temperatura é um fator primordial para a eficácia da composteira – a temperatura ideal deve estar em torno de 22° C. Neste momento utilizou-se o termômetro para abordar o conceito de propagação de calor – condução como descrito a seguir.

Foi solicitado aos educandos que medissem a temperatura da mistura de estrume de boi e restos orgânicos dentro do compartimento do meio da estrutura montada em três caixas de plástico com objetivo de produzir húmus, explicou-se que tanto a mistura orgânica quanto o termômetro de mercúrio eram formados por partículas (Figura 44). O termômetro de mercúrio estava com as partículas (átomos e moléculas) mais frias e se colidiram com as partículas mais agitadas da mistura orgânica, após a colisão essas partículas mais agitadas perderam energia ficando mais lentas e as partículas que estavam mais lentas ganharam energia, ficando mais rápidas até que ocorreu um equilíbrio térmico, onde não houve mais transferência de calor determinando deste modo, a temperatura na escala do termômetro. Definiu-se nesse momento o processo de transferência de calor que acontece de partícula a partícula como condução, Hewitt (2015, p. 301).

Após montagem do minhocário e plantio das mudas, utilizou-se o ambiente da horta para revisar os processos de propagação de calor (convecção e condução) que ocorre durante o desenvolvimento do cultivo no processo da fotossíntese. Esse conceito foi revisto na aula *online*, para oportunizar a todos os educandos a participação e explicação do processo no início do sexto momento.

Figura 44 – Processo de propagação de calor – condução



Fonte: Elaboração própria

5.5 Impactos Ambientais gerados por práticas humanas

Dando continuidade as atividades do cultivo, no SEXTO MOMENTO, buscou-se a abordagem de conceitos referentes às mudanças climáticas (efeito estufa e chuva ácida), provocados pela queima de restos orgânicos.

Além de ter revisado os conceitos de calor, temperatura e propagação de calor, por meio da observação de fotos da montagem do minhocário compartilhada no *meet*, explicou-se o passo a passo, associando o processo de propagação de calor – condução. Ainda fez-se o questionamento sobre a influência das folhas (Figura 45) encontradas nas proximidades do local escolhido para o plantio (horta). O diálogo gerado está descrito a seguir.

Figura 45– Folhas secas ao redor da local da horta



Fonte: Elaboração própria

- Professora/pesquisadora: *“O que fazer com essas folhas secas para limpar o solo?”*
- Educando H – *“Coloca no lixo, para o lixeiro levar?”*
- Professora/pesquisadora: - *“Você percebeu que a quantidade é muito grande, será que o caminhão de lixo conseguiria levar toda essas folhas?”*
- Educando H – *“Fazer adubo?”*
- Professora/pesquisadora: - *“Vocês realmente veem as pessoas aproveitando as folhas secas para produção de adubo?”*
- Vamos pensar no cultivo da cana de açúcar na nossa região?*
- Educando C: - *Ah, professora, eles colocam fogo e cai até aquele pó preto no quintal de nossas casas.”*
- Professora/pesquisadora: - *“Além desse pó que chamamos de fuligem, como ficar o ar?”*

- Educando C: - “*Fica com muita fumaça e escuro.*”

- Professora/pesquisadora: “*Essa fumaça está carregada de gases nocivos à saúde e ao meio ambiente e são responsáveis pelos impactos ambientais como a intensificação do efeito estufa que causa o aquecimento global e a chuva ácida.*”

A professora/pesquisadora, com o intuito de agregar novos conceitos aos conhecimentos preexistentes dos educandos e para ajudá-los a solucionar os questionamentos, exibiu o vídeo sobre “O que causa o aquecimento global”, que abordou de uma forma simples e clara o conceito do efeito estufa.

Após exibição do vídeo, a professora/pesquisadora fez a explicação da importância do efeito estufa para vida na Terra e enfatizou o quanto danoso ao planeta são as ações do homem que intensificam a concentração de gases do efeito estufa ocasionando o aquecimento global.

Dando prosseguimento a aula e para contextualizar os efeitos da chuva ácida no meio ambiente, compartilhou-se o experimento realizado por Thenório (2018) com a queima de enxofre, produzindo dióxido de enxofre (S_2) e que na atmosfera reage com o vapor de H_2O e O_2 produzindo ácido sulfúrico que ao precipitar afeta os seres vivos causando sua morte.

Para consolidar os conceitos sobre o efeito estufa e por meio do simulador *Phet* demonstrou-se a ação dos gases do efeito estufa. Também foi possível explorar a atmosfera de modo a fazer um comparativo da Era Glacial com os dias atuais, bem como comparar o efeito estufa com as estufas feitas de painéis de vidro (vidraças). Finalizou-se esse mostrando que nem todos os gases atmosféricos contribuem para a intensificação do efeito estufa.

Como atividade avaliativa, foi solicitado aos educandos a produção de um *folder* explicativo no aplicativo *Canva*⁶⁹, utilizando os conceitos científicos trabalhados desde o preparo do solo até o plantio postado na plataforma *Google Classroom*.

O SÉTIMO MOMENTO teve início com o questionamento “*Será que o homem tem contribuído para as mudanças climáticas no planeta?*”

Esta aula teve como objetivo realizar a reconciliação integrativa de forma a revisar os conceitos sobre as mudanças climáticas através da exibição do vídeo “*Mudanças climáticas*”.

Foram abordados os conceitos sobre efeito estufa desde a observação realizada pelo matemático Jean Baptista Joseph Fourier no século XIX e aprofundado o estudo dos efeitos desse fenômeno por outros cientistas. Foram mostradas as consequências das mudanças climáticas causadas pelo homem, como elas interferem no nosso dia a dia e como minimizar os efeitos dessas consequências no meio ambiente (INEP, 2020) e finalizando a etapa, por

⁶⁹ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>.

meio do vídeo “*De onde vem a energia*”, revisou-se os conceitos referentes as fontes e formas de energia renováveis.

5.6 Reciclando matéria orgânica – empreender com a produção de papel semente

Além do estudo de conceitos da Física e Biologia, a pesquisa também tem cunho social e sustentável enfoque em CTSA. Com a crise econômica deflagrada nos últimos anos no Brasil pretendeu-se produzir papel semente, o que possibilitaria a cada educando construir sua própria horta em casa e outros materiais rentáveis com o papel reciclável.

No início do mês de fevereiro/2020 a turma foi levada para o laboratório de Ciências da escola e neste produziram papel semente para compor a capa do caderno, que utilizaram para registrar as atividades durante a aplicação desta SD (Figura 46).

Figura 46 – Produção de papel semente/capa de caderno



Fonte: Elaboração própria

Visando estimular o empreendedorismo e o cuidado com o meio ambiente, dando solução ao lixo seco gerado diariamente, buscou-se trabalhar as questões relacionadas a CTSA e provocar uma mudança de comportamento em relação ao ambiente e contribuir com soluções rentáveis no contexto social dos educandos. Desta forma, a professora/pesquisadora

propôs-se realizar a confecção de um *folder* explicativo sobre o papel semente e algumas sugestões, vale ressaltar que essa produção poderá gerar recurso financeiro para complementar a renda familiar (Figura 47).

Figura 47 – *Folder* explicativo sobre o papel semente educandos *C e G*



Fonte: Elaboração própria

Nesta ocasião, a professora/pesquisadora explicou a importância do papel semente para a redução do lixo seco produzido diariamente e como reutilizá-lo no plantio das sementes, relembrando todo o processo de produção do papel reciclado.

Os educandos que não haviam participado da produção em fevereiro acharam muito interessante e muitos exprimiram seus pensamentos por meio das frases a seguir: “*Olha professora, que legal!*”; “*Se picar esse papel nasce mesmo?*”; “*Como esse papel vai secar no jornal, não cai?*”. Todo o processo de produção do papel semente foi compartilhado por imagens no *meet*. Para produzir o papel semente foram respeitadas as seguintes etapas, segundo Borges (2017):

- Colocar o papel picado de molho por dois dias;
- Bater com um pouco de água;
- Colocar a polpa em um balde;
- Utilizar um fundo de garrafa pet para fazer um copo que servirá de medida;
- Colocar água em um terço do recipiente retangular;
- Adicionar neste, duas medidas do copo de garrafa pet de polpa na água;
- A cada papel produzido, deve-se colocar uma medida de polpa na água;
- Com uma peneira, colocou-se um único tipo de semente da escolha dos educandos para assim facilitar a identificação do vegetal que irá germinar;
- Espalhar as sementes sobre a tela, colocada na parte superior do recipiente, de forma que o excesso de água escorresse;
- Utilizar uma folha de jornal para retirar o excesso de água, pressionando levemente contra a polpa presa a tela;
- Após esse procedimento, colocou-se a tela com o lado do papel para baixo sobre uma superfície lisa e com um pano, tirou-se mais um pouco do excesso de água, pelo lado de dentro da tela até ter a certeza de que a polpa estava soltando da tela;
- Colocou-se um pregador em cada extremidade da folha para secar por 1 dia no varal improvisado com barbante no laboratório de Ciências da escola.

Quando estiver totalmente seco, ele solta do jornal automaticamente e para a textura ficar mais fina, deve-se improvisar uma prensa com vários livros ou algo pesado e plano, como um pedaço de madeira de espessura larga. A textura do papel depende da quantidade de polpa que se coloca no recipiente (Figura 48).

Após a revisão do processo de confecção do papel semente, pediu-se às duplas formadas, que montassem um folder com o passo a passo de como produzir papel semente, indicando sugestões de como empreender utilizando a técnica de reciclagem. Essa atividade foi postada na plataforma *Google Classroom* na data combinada entre a professora/pesquisadora e os educandos.

Figura 48 – Produção das capas dos cadernos com papel semente



Fonte: Elaboração própria

5.7 Implementação do sistema de irrigação automática

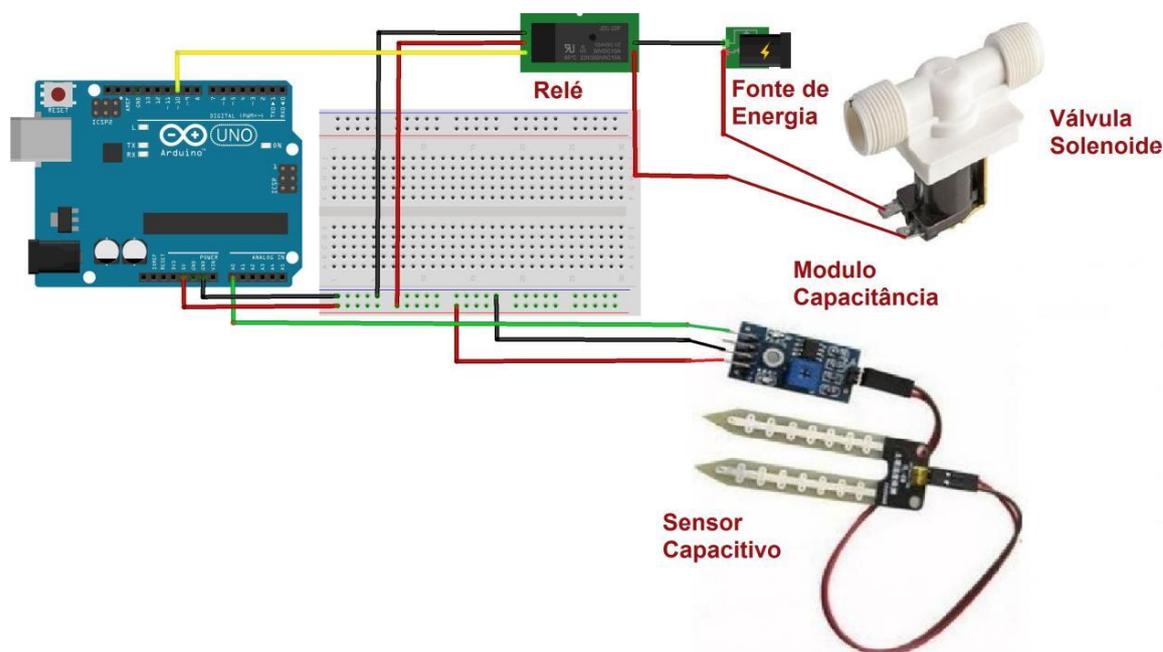
No DÉCIMO MOMENTO levantou-se a problemática sobre a rega dos cultivos. A dificuldade em decorrência da pandemia. Feito isto, para que os educandos pudessem acompanhar o desenvolvimento dos cultivos e irrigá-los, sendo que um funcionário da escola ajudou na fase inicial.

A partir dessa problemática, instigou-se os educandos a solucionarem este desafio. Por meio de um sistema composto por um Arduino⁷⁰, válvula solenoide, relé e o sensor de umidade, os educandos dispostos em duplas elaboraram um projeto de irrigação automática, utilizando os materiais citados e outros de baixo custo (Figura 49).

As duplas foram orientadas a elaborarem um projeto contemplando os critérios de criatividade, praticidade e sustentabilidade, de forma a associar a tecnologia do Arduino.

⁷⁰É uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão.

Figura 49 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação



Fonte: ⁷¹

A escolha do projeto aconteceu na aula *online* de acordo com os critérios estabelecidos pela professora/pesquisadora. Foi proposta uma votação de forma transparente e democrática. Os educandos colocaram ao mesmo tempo o número correspondente ao projeto desejado no *Chat* (Figura 50) e foi unânime a escolha do projeto dos educandos **C e G**. Após a divulgação do resultado, foi combinada uma aula de campo para execução do projeto de rega.

A dupla contemplada implementou o projeto *in loco* (na escola). De posse de todo material, de baixo custo, os educandos **C e G** realizaram os furos nas garrafas pets com furadeira de broca na espessura de uma agulha.

O Arduino foi programado pela professora/pesquisadora e para isto, utilizou-se a biblioteca com a linguagem do Arduino no simulador *Tinkercad* que é gratuito, não havendo a necessidade de se cadastrar.

Para facilitar o entendimento de como programar, utilizou-se o vídeo intitulado “*Como fazer um robô de rega inteligente*” de Thenório (2019) necessitando apenas da inserção dos dados desejados. Vale ressaltar que para se programar precisa-se ter conhecimento da linguagem de computador e do sistema do Arduino que utiliza (C++). Esses simuladores já apresentam programas nessa linguagem, bastando apenas que se manipule os dados de forma a contemplar as necessidades do projeto.

⁷¹Disponível em: < <https://docplayer.com.br/docs-images/58/42101416/images/5-0.png>>. Acesso em 02/11/20.

Figura 50 – Projeto de irrigação escolhido



Fonte: Educandos C e G

Ao término de todas as etapas do projeto de irrigação, foi montada a estrutura com canos e garrafas *pets*, por um funcionário da escola juntamente com os educandos e sob a supervisão da professora/pesquisadora (Figura 51).

Figura 51 – Montagem do projeto de irrigação contemplado



Fonte: Elaboração própria

Essa ação foi gravada e exibida na aula *online* para que todos pudessem participar da automatização da horta escolar.

Finalizando o projeto, reaplicou-se o questionário inicial (Figura 52). Foram inseridas imagens do projeto no questionário final, com objetivo de facilitar a lembrança das etapas estudadas. As respostas foram analisadas com intuito de se buscarem indícios que apontem para uma aprendizagem significativa crítica e conseqüentemente validar a SD proposta nesta pesquisa.

Figura 52 – Questionário Final

Questionário Avaliativo

1. Considere sua aula no campo como participação ativa de todos. Em que aspecto a construção dessa aula pode ajudar na obtenção de melhores resultados? Por quê?

2. Observe a destinação de resíduos em localidade muito afastada para todos os seus vivos. Você sabe explicar a importância de salientar para os alunos que ao escolher alimentos, estes se dá esse processo e se haverá alguma transformação de energia, decore na sua explicação.

3. Sua turma se organizou e resolveu montar uma horta escolar, foi escolhido no local escolhido para realizar o plantio dos canteiros, mas não foram à horta para cuidar das árvores. Escreva em muitos detalhes o que aconteceu e como se sentiram para se lembrar das dicas dadas e das atividades.

4. Você acha que em um dia escolarizado com todos, o fechamento da Educação pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a escola de vocês se a energia do Sol poderia fornecer as plantas para a realização desse fechamento.

5. A água escolhida pela turma de realizar o plantio da horta foi o mesmo a serem localizados próximo a escola. O que acha de água disponibilizada pela escola? Que foram as condições necessárias para distribuição da água escolhida pelo seu turma? Justifique sua escolha.

6. São boas práticas de consumo de água e de recursos escolher um site mesmo dentro do país, qual seria a melhor forma para fornecer água para regiões cultivadas, o fim de evitar a desertificação e consequente morte?

7. O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

Finalmente aplicou-se um questionário para analisar a mudança de comportamento frente ao meio ambiente, a alimentação e o reaproveitamento do lixo, empreendedorismo, além de avaliar a metodologia adotada (Figura 53).

Figura 53 - Questionário de levantamento das concepções em relação proposta da SD

Questionário de levantamento das concepções em relação proposta da SD

1. Você gostaria de participar do projeto?
 Sim Não
 Justifique o que gostaria ou não gostaria no projeto.

2. Você teve dificuldade em participar das aulas online? Por quê?
 Sim Não
 Comente abaixo sua resposta.

3. Abaixo, comente alguma atividade (online) que mais gostou. Se houver, é claro!

4. Ainda sobre as aulas online, a dinâmica proposta para o estudo do conteúdo foi:

5. Você encontra diferente e interessante que me ajudou a entender um pouco melhor, mas que demora muito.
 Uma maneira diferente e interessante, mas que não me ajudou a entender muito, por isso ainda estou com dúvidas e com explicações no quadro. Ainda do demora mais, se seria melhor mais atividades.
 Uma maneira diferente, que ajudou a entender e aprender de uma forma divertida e saudável.

6. O projeto ajudou a produzir outras mudanças em você em relação ao meio ambiente?
 Sim Não
 Em caso afirmativo, cite essas mudanças e em qual etapa do projeto elas ocorreram.

Fonte: Elaboração própria

No dia 17/07/2020, ocorreu o quinto momento, a primeira aula presencial (aula de campo), realizada de comum acordo com os pais e obedecendo ao plano de retomada das atividades econômicas e sociais datado de 01/07, o “Campos daqui para frente” que está pautado no Decreto 068/2020. Os educandos foram à escola em horários diferenciados, com fornecimento de máscara e álcool em gel, para plantar as mudas dos cultivos escolhidos.

O segundo dia de aula presencial foi apenas para uma dupla e se realizou no nono momento desta aplicação. Vale ressaltar que os dois momentos presenciais aconteceram com a ciência e autorização por escrito dos responsáveis e foram seguidos das precauções impostas pela pandemia/2020.

6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo se refere a análise qualitativa e discussão dos dados coletados na aplicação da SD que objetivou *investigar as contribuições para aprendizagem significativa crítica, de uma Sequência Didática com foco CTSA, para o estudo da temática Energia em nível Fundamental II e no contexto da construção colaborativa de uma horta escolar automatizada.*

Toda análise e discussão dos resultados foi pautada nos princípios da TASC (MOREIRA, 2011), com enfoque em CTSA (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Para identificar os educandos utilizaram-se letras do alfabeto maiúsculo **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M e N.**

A turma foi dividida em duplas, de forma espontânea respeitando as particularidades de cada um, para a realização de algumas atividades propostas nesta SD. Todas as atividades realizadas em grupo seguiram essa formação (**E e N; F e K; A, D e H; C e G; I e B; M; L e J**), a fim de facilitar a verificação de possíveis progressos na aprendizagem, sendo crítica e significativa.

6.1 Análise dos conhecimentos prévios relacionado ao conceito de Energia no contexto de uma Horta

Como já dito, a presente SD foi implementada na forma remota, com o apoio da plataforma *Google Classroom*.

A aplicação do questionário de levantamento dos conhecimentos prévios, pressupõe o primeiro princípio da TASC (MOREIRA, 2000), quando afirma que aprendemos a partir do que já sabemos, seja qual for o que se tenha registrado em nossa estrutura cognitiva, como *subsunçores*, esquemas, construtos, representações ou modelos mentais.

O questionário analisado foi constituído de sete perguntas investigativas sobre a temática, envolvendo o conceito de energia no contexto de uma horta automatizada (Figura 54).

Foi realizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2011, p. 100,) criando **categorias e unidades significação.**

Figura 54- Questionário inicial

Colégio Estadual José do Patrocínio
CEJSPA
 Disciplina: Ciências da Natureza Ano: 9º 901/903 **SANDUC**
 Nível de Ensino: EF
 Professor (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar
 Nome: _____

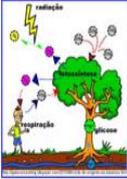
Olá galerinha, hoje estamos iniciando o 2º bimestre e com muitas novidades! Aproveitem, questionem e criem!

Questionário de Levantamento (Conhecimentos Prévios)

1- Imagine que sua turma fosse convidada para construir uma horta no colégio. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?



2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



3- Uma turma de uma escola se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fendas e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas.

Ajude-os a encontrar uma solução para limpar o terreno rápido e sem matar as minhocas? Isso seria possível? Justifique sua resposta.



4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



5- Se você fosse escolher um dos modelos de horta abaixo (1 ou 2), para construir uma horta em nossa escola, qual delas escolheria? Leve em consideração o espaço disponível na sua escola e as condições necessárias para elaboração da horta idealizada por você? Justifique sua escolha.




6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e consequente morte?

7- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

O Quadro 05 apresenta o diálogo transcrito pelo pesquisador (educandos K e F), referente à leitura do enunciado da segunda questão sobre fonte de energia e fotossíntese.

Quadro 05 – Transcrição do diálogo entre o pesquisador e os educandos *K e F*

<i>Educando K:</i> " Professora, você acha que o raio do Sol dá para fritar um ovo no asfalto?"
<i>Pesquisador:</i> "Vou devolver a pergunta: o que você acha?"
<i>Educando K:</i> "Acho que sim, dependendo se for um asfalto bem quente, bem quenteão, acho que consegue."
<i>Pesquisador:</i> "Realmente a gente ouve até o povo dizendo: está tão quente que dá para fritar um ovo no asfalto."
<i>Educando K:</i> "Tem um lugar no Brasil que o pessoal fritou ovo no asfalto, professora!"
<i>Pesquisador:</i> "Por que você me perguntou
<i>Educando K:</i> "Estava pensando em fritar um ovo aqui em casa, seria muito bom se pudesse fritar

<i>um ovo na rua no asfalto.”</i>
<i>Pesquisador: “Hum, entendi.”</i> <i>” Então você acha que é possível fritar um ovo no asfalto, nè?”</i>
<i>Educando K: “Acho não, tem certeza.”</i>
<i>Pesquisador: “Por quê?”</i>
<i>Educando K: “O aquecimento global está louco pra caramba, como dependendo do lugar dá para fritar o ovo, eu acredito.”</i>
<i>Pesquisador: “Você acha que para fritar algo, o que é necessário?”</i>
<i>Educando K: “Óleo é uma fonte de energia.”</i>
<i>Pesquisador: “E qual seria essa fonte de energia num fogão tradicional?”</i>
<i>Educando K: “Gás de cozinha e no asfalto vai ser o sol.”</i>
<i>Pesquisador: “A gente poderia fazer um experimento para ver se conseguimos fritar um ovo num dia ensolarado no asfalto.”</i>
<i>Educando K: “Vamos num dia quente!”</i>
<i>Pesquisador: “Vamos esperar. Vou cobrar essa resposta sua!”</i>
<i>Educando F: “Jogar o ovo no asfalto e tacar sal.”</i>
<i>Pesquisador: “E a gente vai comer assim?”</i>
<i>Educando K: “Não, a gente deixa para os gatos e cachorros da rua.”</i>

Fonte: Elaboração própria

Após o diálogo os educandos voltaram a responder o questionário. No decorrer de 50 minutos, todos fizeram a devolutiva dos questionários na plataforma *Google Classroom*.

A introdução dos conteúdos teve como embasamento o *Princípio da Interação Social e do Questionamento* (MOREIRA, 2000), que propõe ensinar a aprender, questionar ao invés de dar respostas. A aula iniciou com uma pergunta investigativa: *“O Sol realmente é importante para vida na Terra?”*

A esse questionamento os educandos responderam -*N*: *“O Sol produz Vitamina D”*; o *B*: *“Não”*; *A*: *“A gente ia morrer de frio”*; *G*: *“ Não teria planta na Terra”*, e ao serem instigados em relação a importância das plantas, o educando *B*: *“ A planta é uma fonte de vida na Terra”*. Novamente o pesquisador mediu realizando mais dois questionamentos – *“Você sabe por que a planta é considerada fonte de energia? Como ela produz essa energia?”* E o educando *A* respondeu: *“Fotossíntese, professora”*.

Após realização da leitura das respostas dadas pelos educandos foram criadas cinco categorias, aglutinadas e quantificadas as ocorrências das unidades de significação (Quadro 6).

Quadro 06– Categorias e unidades de significação relacionado Energia e fotossíntese - importância e sustentabilidade.

Categorias unificadas	Unidades	Nº de unidades de significação
Alimentos saudáveis: valor nutricional e função.	<p><i>A: “plantar alimentos nutritivos”; B: “fazer uma pesquisa sobre a composição de cada alimento e sobre o valor nutritivo”, C:” alimentos nutritivos”; D: teríamos alimentos nutritivos; E: “verduras e legumes” ... “fornecem vitaminas , e sais minerais e fibras , como abóbora brócolis e tomate”; L: “alimentos nutritivos”; J: “ganhando mais nutrientes ”; J: “vitamina d”; B: “mostrar a diferença entre um alimento enlatado e um alimento natural”; C:” alimentos mais saudáveis; F: “ para ajudar na nossa forma de alimentação”; G: “Pode ajudar porque geralmente nas escolas legumes são difíceis de encontrar.” L: “ajudar na hora das refeições na escola”; E: “dar bastante energia, batata quando comemos recuperamos grande parte da energia gasta no dia para isso tem os elementos ideias como as frutas as verduras e os legumes”; K: “Óleo e uma fonte de energia”.</i></p>	15
Energia solar e a fotossíntese	<p><i>K: “o sol possa pegar na horta”; F: “energia solar”; K: “Energia solar”; B: “A energia solar pode ajudar muito na fotossíntese”; L: “ luz solar” G: “O sol da energia pra a árvore, ajudando na fotossíntese”; H: “A energia solar ajuda muito na fotossíntese”; K: “o sol é essencial para esse processo”; K: “o raio do Sol dá para fritar um ovo no asfalto” E: “A planta retira energia do sol”; H: “o sol é a fonte de energia”; I: “o sol é muito importante para a fotossíntese”; J: “as plantas por causa da fotossíntese,...o sol é essencial para todos”; K: “as plantas precisam dele para crescer”; L: “o sol é a fonte de energia; K: “no asfalto vai ser o sol.”; E: “ energia do sol”; F: “é capturada e transformada em energia química”; I: “transformando em energia”; A: “ela nos dá uma forma de produzir Energia”; E: “dar bastante energia;”; K: “entra gás carbônico e sai oxigênio”; K: “oxigênio, que é o gás que respiramos”, L: “se transforma em glicose”; L: “forma glicose”; E: “para converter em glicose”; B: “ A planta é uma fonte de vida na Terra.”; A “Fotossíntese”.</i></p>	28
Meio ambiente/ ações sustentáveis	<p><i>K: “regando de maneira correta e cuidar muito bem durante o processo”; J: “mais bonito, organizado e gasta menos”; L: “molhar com regador ou com uma mangueira”; C: “poderiam pegar e misturar , para virar um adubo”; G: “; fazer isso tudo em adubo, que ajuda no crescimento das plantas”; I:</i></p>	11

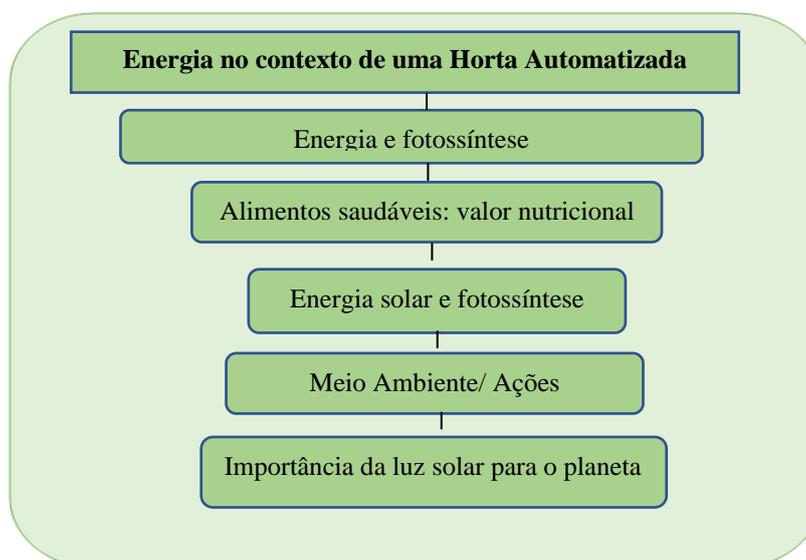
	<p>“juntamos as folhas, as fezes e as minhocas para fazer o adubo”; L: “é só pegar as fases e as folhas secas e transformar em adubo e jogar as minhocas ali.”; G: “Um regador automático”; H: “Regador Caseiro Automático”; I: “fazer uma auto irrigação”; K: “irrigação automática”; A: “Um regador automático”;</p>	
<p>Importância da luz solar para o planeta</p>	<p>A: “produz vitamina D”; B: “sem ele a terra congelaria”; C: “seres humanos precisamos de vitamina (d)”; D: “sem ele não produzimos vitamina D não tem o processo de fotossíntese”; E: “os raios de sol é o que dar energia para as plantas fazerem a fotossíntese, as pessoas também precisam pegar sol de vez em quando”; F: “o sol possibilita que exista vide na terra, o sol faz de que os animais possam viver e que as plantas possam crescer.” G: “várias plantas produzem energia e ajuda na temperatura do planeta”; K: “fornece vitamina D”; E: “se o dia estiver mais ensolarado vai retirar mais energia do sol com isso ela pode fazer a fotossíntese mais rápido; A: “A gente ia morrer de frio”; N: “ O Sol produz Vitamina D” ; A: “A gente ia morrer de frio”;</p>	<p>12</p>

Fonte: Elaboração própria

A segunda etapa do método de análise de conteúdo seguiu os critérios de qualidade de categorização de Bardin (2011), nos quais as categorias devem obedecer a *exclusão mútua*, ou seja, cada unidade só pode existir em uma categoria, a *homogeneidade*, para definição de uma categoria, é preciso haver um mesmo sentido.

A Figura 55, mostra a compilação das categorias para unificar as unidades semelhantes desta investigação.

Figura 55- Compilação dos dados



Fonte: Elaboração própria

A interpretação e discussão das unidades recortadas das respostas às sete questões do questionário teve como base o primeiro da TASC, *o Princípio do Conhecimento Prévio*. Segundo Moreira (2011) a aprendizagem para se tornar significativa é necessário transformar o ser em crítico de algum conhecimento.

Questão um: *Imagine que sua turma fosse convidada para construir uma horta no colégio. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos?*

Questão dois: *Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.*

Questão três: *Uma turma de uma escola se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas.*

Ajude-os a encontrar uma solução para limpar o terreno rápido e sem matar as minhocas? Isso seria possível? Justifique sua resposta.

Questão quatro: *Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.*

Questão cinco: *Se você fosse escolher um dos modelos de horta abaixo (1 ou 2), para construir uma horta em nossa escola, qual delas escolheria? Leve em consideração o espaço disponível na sua escola e as condições necessárias para elaboração da horta idealizada por você? Justifique sua escolha.*

Questão seis: *Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e consequente morte?*

Questão sete: *O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.*

Foram criadas quatro categorias a partir das respostas dadas pelos educandos. Em relação a categoria *Alimentos saudáveis: valor nutricional e função*, encontrou-se 15 unidades. Vale ressaltar que cinco educandos expressaram duas unidades diferentes, mostrando ter conhecimento de que os alimentos cultivados são mais nutritivos; o educando **B**: *“fazer uma pesquisa sobre a composição de cada alimento e sobre o valor nutritivo”*, embora demonstre que os alimentos cultivados são mais nutritivos, sugere uma pesquisa para saber a composição de cada alimento, por falta de conhecimento sobre os valores nutricionais

presentes nos alimentos. Em outra unidade recortada, esse mesmo aluno **B** confirma sua dificuldade: *“mostrar a diferença entre um alimento enlatado e um alimento natural”*; o educando **C** também expressa os conceitos nutritivos e saudáveis - **C:** *“alimentos nutritivos”*; **C:** *“alimentos mais saudáveis*; o educando **E**, demonstra conhecimento e consegue associar algumas funções orgânicas, embora não deixe claro as funções específicas das frutas, verduras e legumes, como transcrita a seguir, **E:** *“dar bastante energia, batata quando comemos recuperamos grande parte da energia gasta no dia para isso tem os elementos ideias como as frutas as verduras e os legumes”*.

O educando **J**, nas duas unidades recortadas, expõe de uma forma superficial as funções dos alimentos – **J:** *“ganhando mais nutrientes”* e **J:** *“vitamina d”* e o educando **L** expressa em uma unidade o conceito de mesma nutritivo- **L:** *“alimentos nutritivos”*; já em outra unidade fala da importância desses alimentos na merenda escolar; **L:** *“ajudar na hora das refeições na escola”*; os educando **F** e **G** compactuam com o educando **L** em relação a inserção dos cultivos da horta na merenda escolar **F:** *“para ajudar na nossa forma de alimentação”*; **G:** *“Pode ajudar pq geralmente nas escolas legumes são difíceis de encontrar”*. E finalizando, o educando **K** reconheceu o alimento óleo como fonte de energia, mas não ficou claro se associou a função orgânica do lipídio, **K:** *“Óleo e uma fonte de energia”*.

De acordo com Bear e Rintoul (2016, p. 319) o grande desafio dos organismos vivos é obter energia do ambiente e transferir ou transformar em energia utilizável para realizar o trabalho. Para Andrella et al (2016) as hortaliças cultivadas na horta pedagógica, tem um papel importante como um estímulo na alimentação escolar.

A segunda categoria criada referente a *Energia solar e fotossíntese* com 28 unidades recortadas. O educando **K** expressou por meio de 8 unidades seus conhecimentos acerca da categoria citada: **K:** *“o sol possa pegar na horta”*; **K:** *“Energia solar”*; **K:** *“o sol é essencial para esse processo”*; **K:** *“o raio do Sol dá para fritar um ovo no asfalto”*; **K:** *“as plantas precisam dele para crescer”*; **K:** *“no asfalto vai ser o sol.”*; **K:** *“entra gás carbônico e sai oxigênio”*; **K:** *“oxigênio, que é o gás que respiramos”*. De acordo com unidades recortadas deste educando percebe-se que ele tem conhecimento prévio sobre os conceitos relacionados ao fenômeno da fotossíntese.

Pôde-se perceber que o educando **L**, por meio das quatro unidades transcritas, tem conhecimento que a fonte de energia para a realização da fotossíntese é o sol e que a função do fenômeno é produzir glicose: **L:** *“ luz solar”*; **L:** *“o sol é a fonte de energia”*; **L:** *“se*

transforma em glicose”; **L**: *“forma glicose”*. O mesmo ocorre com o educando **E**, que ainda destaca juntamente com o educando **A**, que o fenômeno ajuda na produção de energia, **E**: *“A planta retira energia do sol”*; **E**: *“dar bastante energia”*; **E**: *“para converter em glicose”*; **E**: *“dar bastante energia”*; **A**: *“ela nos dá uma forma de produzir Energia”*;

O educando **A**, cita uma unidade com a palavra fotossíntese, sem remeter nenhuma outra informação o que leva a acreditar que já ouviu em algum momento falar do fenômeno, **A**: *“Fotossíntese”*. Já o educando **H**, nas duas unidades recortadas, reconhece apenas que a energia solar é a fonte de energia no fenômeno da fotossíntese, **H**: *“A energia solar ajuda muito na fotossíntese”*; **H**: *“o sol é a fonte de energia”*. O educando **B**, reconhece que a planta é fonte de vida, além de reconhecer que o vegetal usa a energia solar para realização do fenômeno da fotossíntese, **B**: *“A energia solar pode ajudar muito na fotossíntese”*; **B**: *“A planta é uma fonte de vida na Terra.”*; Os educandos **G**, **I** e **J**, embora expressem através de unidades diferentes, mas confirmam que a fonte de energia utilizada no fenômeno da fotossíntese é o sol, **G**: *“O sol da energia pra a árvore, ajudando na fotossíntese”*; **I**: *“o sol é muito importante para a fotossíntese”*; **J**: *“as plantas por causa da fotossíntese,...o sol é essencial para todos”*. Os educandos **I** e **F** foram os únicos que indicam que no fenômeno da fotossíntese ocorre transformação de energia, **I**: *“transformando em energia”* **F**: *“é capturada e transformada em energia química”*.

Na categoria *Meio ambiente/ações sustentáveis*, com 12 unidades significativas, os educandos expuseram alguns cuidados com o meio ambiente e o reaproveitamento da matéria orgânica, bem como algumas medidas preservação ambiental sustentáveis.

Os educandos se referiram a irrigação e os cuidados na construção dos canteiros da horta, **K**: *“regando de maneira correta e cuidar muito bem durante o processo”*; **J**: *“mais bonito, organizado e gasta menos”*; **L**: *“molhar com regador ou com uma mangueira”*; **G**: *“Um regador automático”*; **H**: *“Regador Caseiro Automático”*; **I**: *“fazer uma auto irrigação”*; **K**: *“irrigação automática”*; **A**: *“Um regador automático”*.

As transcrições demonstram que esses educandos prezam pela preservação do meio ambiente e mesmo sem detalhar a técnica, remetem ao processo de irrigação automática como meio de se economizar água, evitando que o vegetal se desidrate. Conseguem-se vislumbrar em tais respostas indícios de consciência sobre sustentabilidade.

Por mais que o solo tenha aparência de seco, ele é a fonte de água para as plantas terrestres. Por meio de suas raízes, elas retiram a água do solo e transporta até as folhas, pelos processos de transpiração e osmose as moléculas de água são eliminadas das folhas no estado

de vapor de água. As plantas absorvem a água do solo para hidratar sua estrutura celular, para realização das suas funções metabólicas, bem como no transporte de nutrientes e para produzir matéria orgânica pelo fenômeno da fotossíntese (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 53).

Os educandos **C**, **G**, **I** e **L** apresentaram nos relatos a consciência do ciclo da matéria orgânica utilizando as folhas secas do ambiente e minhocas, embora não tenham explicado o processo de produção do adubo e citaram a importância do reaproveitamento de restos orgânicos para os vegetais, **C**: *“poderiam pegar e misturar, para virar um adubo”*; **G**: *“; fazer isso tudo em adubo, que ajuda no crescimento das plantas”*; **I**: *“juntamos as folhas, as fezes e as minhocas para fazer o adubo”*; **L**: *“é só pegar as folhas e as folhas secas e transformar em adubo e jogar as minhocas ali”*.

CAMARGO et al (2018) expõe suas experiências na produção de húmus, por meio do reaproveitamento de restos orgânicos, estrumes de boi e minhocas.

Neste contexto, os educandos relatam a importância da luz solar para os seres vivos, **A**: *“produz vitamina D”*; **B**: *“sem ele a terra congelaria”*; **C**: *“seres humanos precisamos de vitamina (d)”*; **D**: *“sem ele não produzimos vitamina D não tem o processo de fotossíntese”*; **E**: *“os raios de sol é o que dá energia para as plantas fazerem a fotossíntese, as pessoas também precisam pegar sol de vez em quando”*; **F**: *“o sol possibilita que exista vida na terra, o sol faz de que os animais possam viver e que as plantas possam crescer.”* **G**: *“várias plantas produzem energia e ajuda na temperatura do planeta”*; **K**: *“fornece vitamina D”*; **E**: *“se o dia estiver mais ensolarado vai retirar mais energia do sol com isso ela pode fazer a fotossíntese mais rápido”*. Nesses recortes os educandos enumeram que sem a luz do sol não seria possível a vida na Terra, pois o planeta seria muito frio, as plantas não realizariam a fotossíntese.

6.2 Análise das atividades que contribuíram para uma aprendizagem significativa e crítica

Durante a aplicação desta pesquisa foram utilizados outros instrumentos de coleta de dados como *folders*, desenhos, jogos, simuladores, vídeos e histórias em quadrinhos, que tiveram como objetivo dar subsídio aos educandos para construir novos conceitos referente a pesquisa a partir dos conhecimentos presentes nas estruturas cognitivas deles, levantadas no primeiro momento desta SD.

Para isto, preparou-se um material com o intuito despertar o interesse dos educandos em aprender, o que ratifica Gowin (1981) ser fundamental para o processo de aprendizagem.

Para que a aprendizagem se tornasse significativa elaborou-se esta sequência baseada nos princípios pragmáticos de Ausubel (1968, p. 152), a diferenciação progressiva, onde a cada momento um novo conceito era apresentado utilizando os recursos citados, de forma que o educando pudesse associar aos seus *subsunçores*.

A professora/pesquisadora como mediadora do processo, teve a preocupação de fazer a reconciliação integradora a cada novo momento por meio destes recursos e desta forma, permitindo ao educando associar os conceitos trabalhados anteriormente aos novos conceitos que serão apresentados.

Moreira (2000, p. 6-8) defende a visão cognitiva atual, onde a mente humana recebe representações sensoriais do mundo, processa tais informações e computa, gerando representações das coisas do mundo que se encontra. Para o autor, o ensino que é baseado em aulas, cujas respostas sejam transmitidas em primeiro lugar pelo educador para depois transmitir ao educando e, depois, do educando através de uma prova ou qualquer outro instrumento avaliativo para o educador, não gera uma aprendizagem crítica e sim, mecânica.

Para análise desses dados foi utilizado o método Paradigma Interpretativo. Os desenhos foram analisados segundo Luquet (1969), as histórias em quadrinhos e *folder*, utilizou-se o método dialético de Viana (2014) e finalmente, foram analisadas as respostas dos jogos expressas em forma de gráfico.

6.2.1 Análise dos desenhos (LUQUET, 1969)

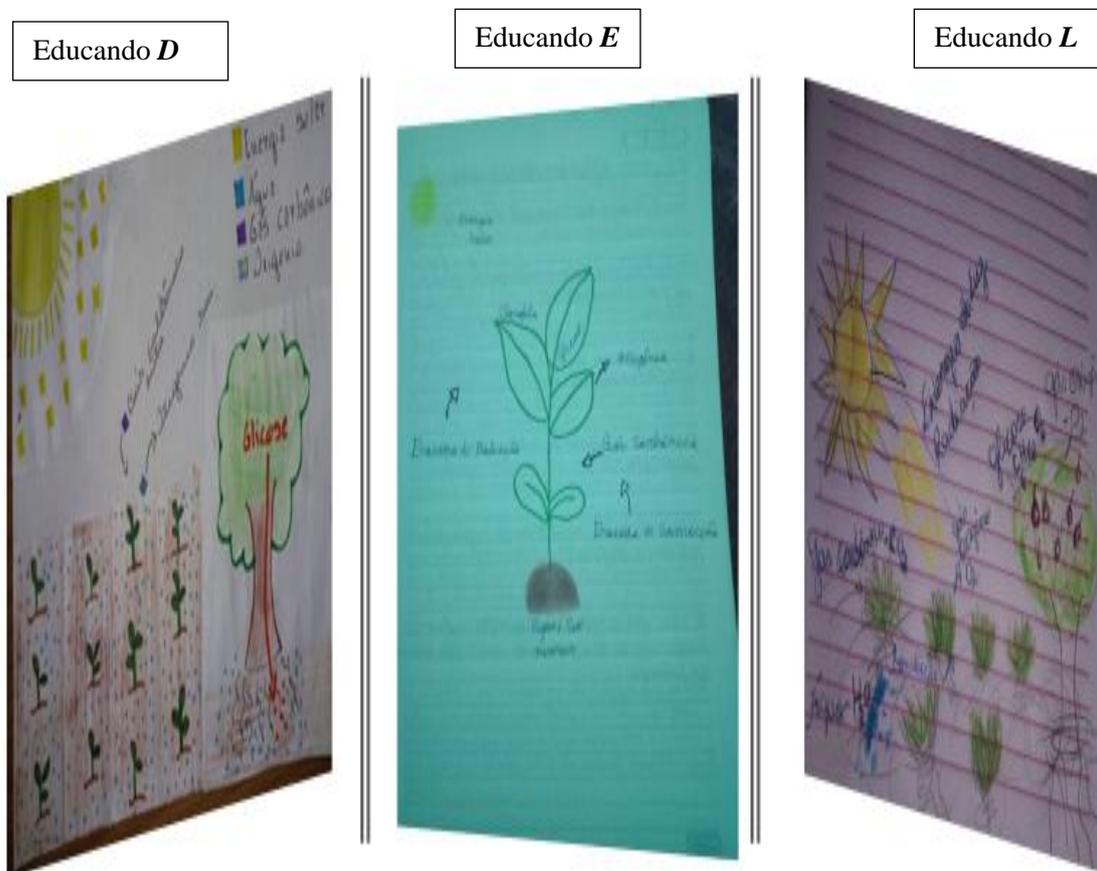
O segundo momento após a exposição da aula sobre fotossíntese no final da aula, solicitou-se a elaboração de um desenho na folha do caderno de forma que o educando pudesse expressar por meio de representações simbólicas os conceitos trabalhados na aula: fonte de energia, transformação de energia, propagação de calor: convecção e radiação no fenômeno da fotossíntese.

Para Luquet (1969, p. 123) desenho é um sistema de linhas com duas finalidades diferentes. O desenho figurativo, com definições nele mesmo, no prazer de olhar e o desenho geométrico, cujo objetivo é reproduzir objetos reais. Ela interpreta o pensamento da criança em processo contínuo de construção expresso por representação gráfica. A busca gráfica da criança tenta representar a realidade.

Por meio da leitura flutuante dos desenhos notou-se a repetição dos conceitos aprendidos, sem muita diferença nos traços, desta forma escolheu-se três com alguns detalhes

diferentes que se destacaram em relação aos demais por apresentarem representações sobre os conceitos trabalhados na aula de forma diferenciada (Figura 56).

Figura 56 – Conceitos expressos por meio de desenhos – Fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

O educando **D** representou uma horta com a fonte de energia solar, representando as ondas eletromagnéticas em forma de pacotes – os fótons, indicou também por meio de setas a troca gasosa, entrada de oxigênio e saída de gás carbônico, embora não tenha associado aos processos de propagação de calor – radiação e convecção. Ainda sinalizou a glicose, como produto do fenômeno da fotossíntese, indicando o local onde acontece o processo (folhas) e o pigmento presente nela que é fundamental para ocorrência do fenômeno - a clorofila, além de sinalizar os outros elementos que participam do processo como água e gás carbônico.

Já o educando **E**, fez referência aos processos de propagação de calor radiação e convecção, de forma bem clara, indicou a energia solar sendo absorvida pela clorofila, identificando o processo, da mesma forma fez com o processo de convecção com a troca gasosa entre o gás carbônico e o oxigênio, sinalizou a presença de sais minerais e água no solo, como elementos necessários a produção da matéria orgânica - glicose, que foi colocada

sobre a folha, mostrando que a função principal da fotossíntese é a produção da matéria orgânica (glicose).

O educando *L*, esquematizou o plantio de uma horta com a incidência das ondas eletromagnéticas sobre as folhas o que chamou de “energia de luz” e a identificou como radiação. No meio dos cultivos fez rabiscos a lápis indicando um ciclo de troca gasosa entre o gás carbônico (CO₂) e o oxigênio (O₂) e indicou como sendo convecção, ainda esquematizou um vegetal grande com frutos e a glicose (C₆H₁₂O₆) como sendo a matéria orgânica necessária para o desenvolvimento do vegetal, vale destacar a indicação, representação química dos gases e da glicose grafados corretamente.

Todos os educandos expressaram nos seus desenhos os elementos necessários para a produção de matéria orgânica, indicando corretamente o gás necessário para ocorrer o fenômeno da fotossíntese - CO₂, e a fonte energética de acordo com os esquemas, mostrando as ondas eletromagnéticas incidindo sobre as folhas. Porém somente quatro educandos identificaram os processos de propagação de calor trabalhados no fenômeno – radiação e convecção, o que demonstra a dificuldade na associação do conceito ao significado.

6.2.2 Análise das Histórias em Quadrinho e *Folders* (VIANA, 2014)

A análise das histórias se baseia no *Realismo Intelectual, Escrita como um Sistema de Representação e Relações entre Desenho e Escrita*. A primeira desta inicia desde os quatro anos de idade e se estende entre dez e doze anos, caracterizando por desenhos que descreve não somente o que se vê, mas o que se sabe do objeto. Já a segunda é um processo complexo envolvendo tanto o domínio da escrita quanto à compreensão e o uso efetivo da língua escrita em práticas sociais diversificadas. Ratificando os princípios da TASC, *do conhecimento como linguagem e da consciência semântica* (MOREIRA, 2011). As crianças aprendem a ler porque elaboram e transformam as informações que encontram em seu meio.

Atividade 1: história em quadrinhos

O terceiro momento iniciou com a reconciliação integrativa proposto por Ausubel (1968), por meio da apresentação da história em quadrinhos com a temática “Energia no contexto da fotossíntese” para que os educandos tenham oportunidade de expor os conceitos trabalhados no momento anterior e desta forma se preparar para aquisição de novos conceitos, *Reconciliação Diferenciada* (IDEM, 1968). A proposta teve como objetivo buscar estratégias simples, para que o educando seja o protagonista de suas ações.

Segundo MOREIRA (2000), devem-se usar estratégias diversificadas de ensino que estimulem a participação ativa do educando e que, promovam realmente um ensino centrado no educando, o que o tornará protagonista no ensino, condição fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica, de forma a aplicar os princípios da TASC *da não utilização do quadro de giz e da consciência semântica*, com a produção textual pretendeu-se verificar se os educandos conseguiram dar significado as palavras em outro contexto, desta forma a aprendizagem vai deixando de ser mecânica e se tornando significativa (MOREIRA, 2000, p. 17; 20).

Segundo Martins (2003), a história em quadrinhos é um recurso didático que auxilia o educando a compreender melhor o conteúdo apresentado em sala de aula. Para desenvolvimento da história em quadrinhos, utilizou o *Software Canva* que auxiliou a elaboração de quadrinhos. No aplicativo o educando pode escolher, personagens, cenários, balões de falas, além de possibilitar a utilização da tecnologia dos celulares e computadores. Neste momento, procurou-se utilizar o princípio do abandono da narrativa, o educador falará menos e o educando se tornará a parte central do processo.

Optou-se pelo método de análise dialética das histórias em quadrinhos a luz de Viana (2014, p.53). Essa análise não é descritiva e nem técnica, embora englobe esses dois aspectos para concretizar seus objetivos. Esta técnica visa analisar a mensagem, o conteúdo, repassado por determinada história em quadrinhos.

A análise dialética das histórias em quadrinhos, Viana (2014, p. 56) recebeu diversas contribuições que enriqueceram a partir de seu uso em casos concretos e específicos com base teórica fundamentada no materialismo histórico e também na teoria do capitalismo.

O uso do método dialético na análise das histórias em quadrinhos aponta para três aspectos essenciais: totalidade, historicidade, especificidade. O *corpus* de estudo deve ser compreendido, nessa abordagem, como uma totalidade inserida em outra totalidade mais ampla.

A análise dialética pode ser delimitada criando unidades significativas, que podem ser tiras ou um ou mais quadrinhos, o que pode ser denominado “quadro”. A análise das unidades significativas tem o sentido de proporcionar uma reconstituição do universo ficcional como uma totalidade e permiti uma compreensão mais profunda do contexto das histórias criadas (IBID, 1969, p.49).

O primeiro passo para realizar a análise desse instrumento é definir as histórias em quadrinhos e sua especificidade. Viana (2014, p. 46-48) define as histórias em quadrinhos

como uma forma de arte. Arte como uma expressão figurativa da realidade que por meio das histórias em quadrinhos expressam a realidade de forma figurativa, representativa, revelando como a pessoa expressa e compreende a realidade. Fez-se uma breve leitura das produções dos educandos apresentados em dupla e percebeu-se também semelhanças, desta forma fez-se a seleção de três produções de forma aleatória para a análise. Segue-se com a análise da HQ da dupla **K e E** (Figura 57).

Figura 57 – História em quadrinhos da dupla **K e E**



Fonte: Elaboração própria

Ao realizar a leitura das histórias em quadrinhos (HQ), percebeu-se que a dupla **K e E**, fez a opção de utilizar a ferramenta do *Power Point*, não conseguindo inserir a ferramenta de fala própria de história em quadrinhos. Observa-se, que nesta HQ o mesmo cenário foi mantido. Houve coerência no diálogo estabelecido com o visual e os personagens criados foram bem definidos e criativo, inseridos num contexto de uma horta, dando vida aos personagens escolhidos - os vegetais: alface e couve (Figura 59).

Em relação aos conceitos de fotossíntese, fonte de energia, transformação de energia e propagação de calor, notou-se claramente que os conceitos referentes a propagação de calor, não foram destacados, o que indica que não houve entendimento destes conceitos, já os componentes bióticos e abióticos, necessários para ocorrência de todo processo, foram destacados demonstrando conhecimento e a importância do fenômeno para o planeta, além de ter sido enfatizado a energia solar como fonte energética do processo, conforme as unidades recortadas da produção a seguir.

“A fotossíntese é um processo essencial pra vida no planeta, é ela que garante a entrada de energia na cadeia alimentar também fornecendo oxigênio para alguns seres vivos”;

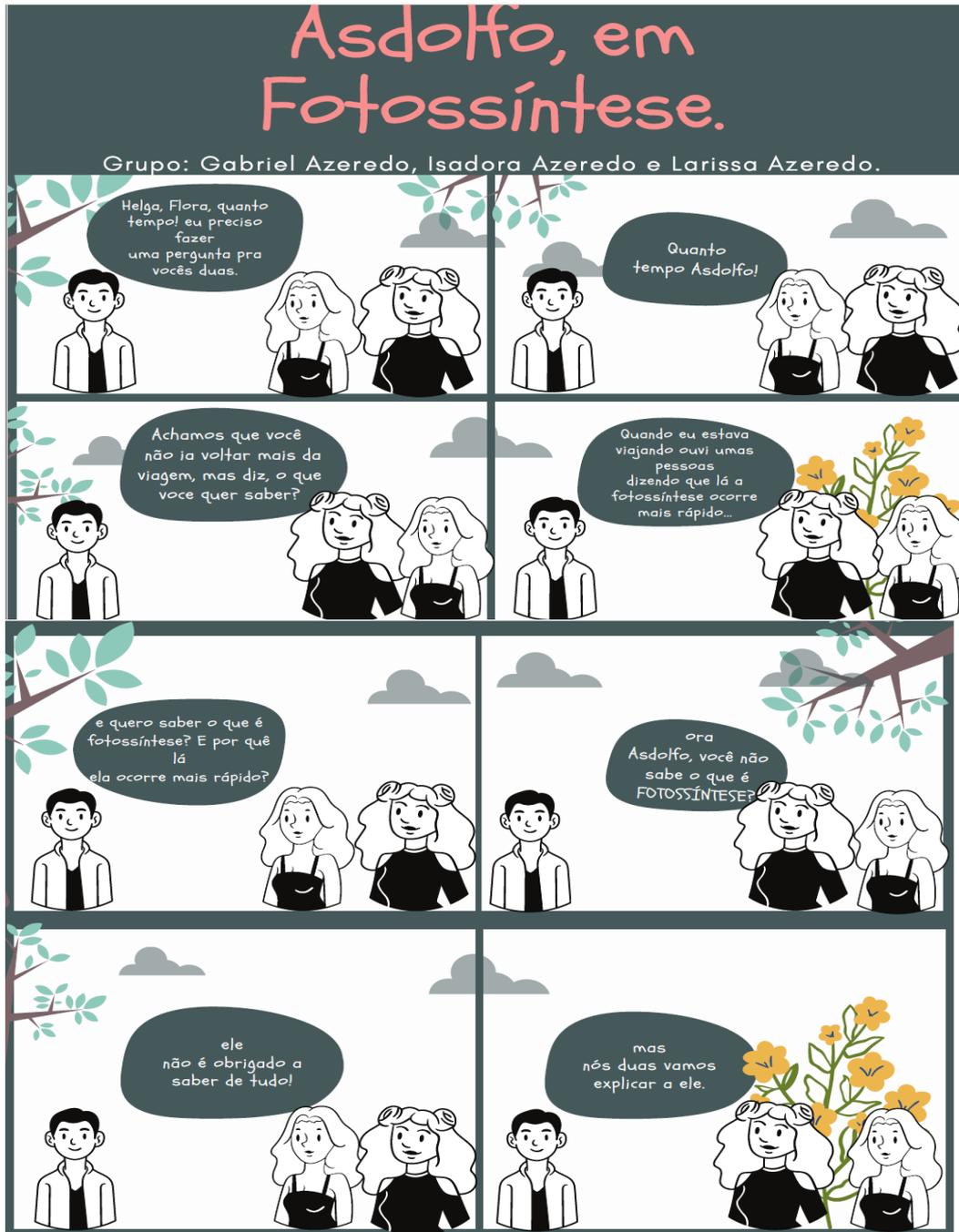
“A planta absorve a luz solar e o gás carbônico. A luz solar e o gás carbônico unem se a água obtendo como resultado a glicose, que é um tipo de açúcar”.

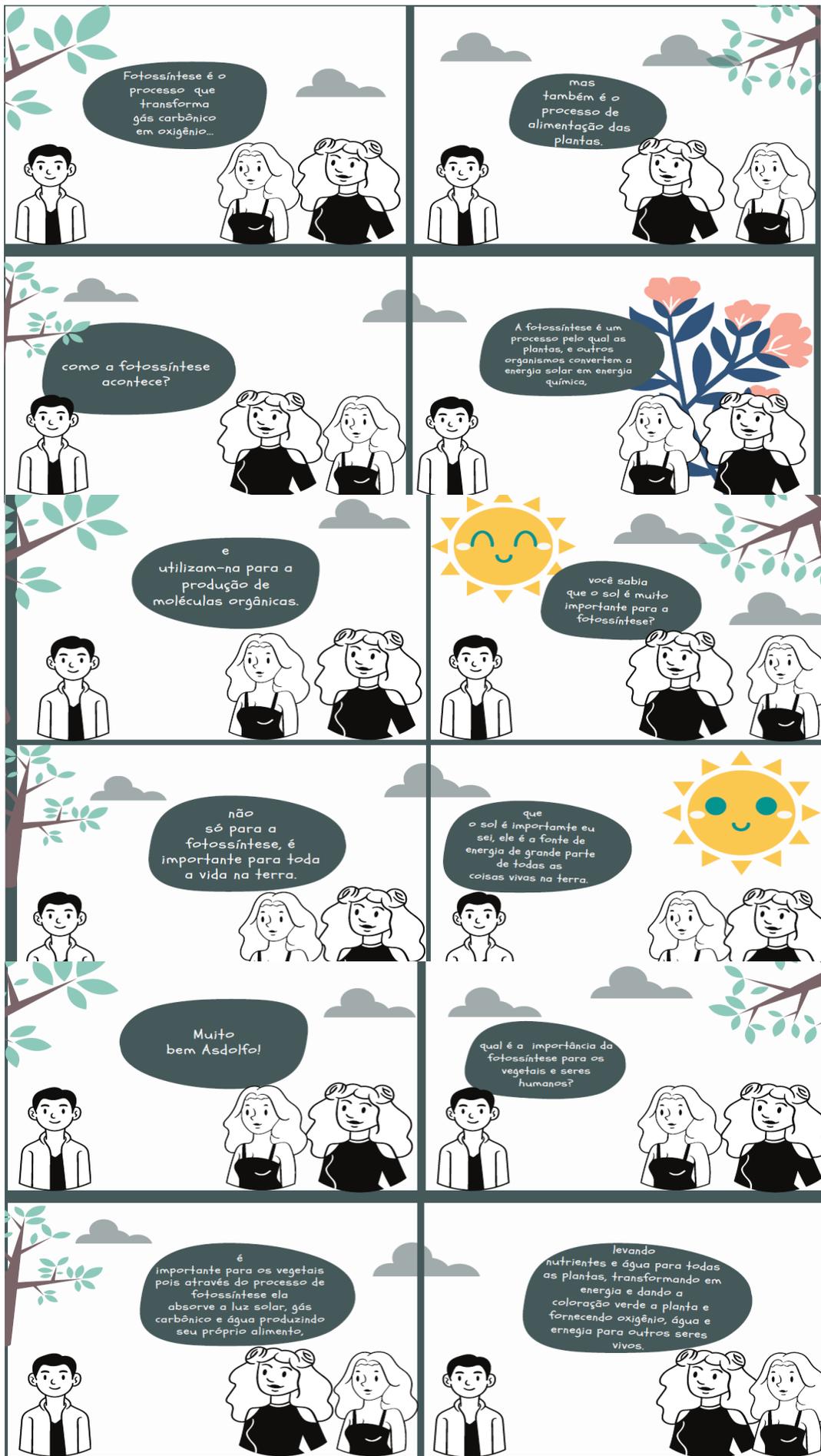
“O açúcar produzido pela planta é utilizado para produção de energia. Todos os seres vivos precisam de energia para sobreviver. A energia é retirada dos alimentos”.

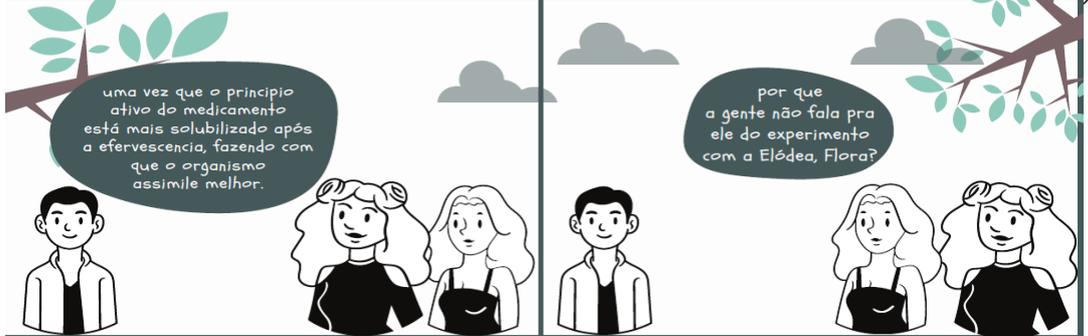
A segunda HQ analisada foi do trio **A, D e H**, segue a análise deste grupo (Figura 58).

O trio **A, D e H** utilizou na sua produção os balões de fala do aplicativo *Canva*, embora não tenha o símbolo característico para indicar a origem da fala, obedeceu a regra da escrita dentro dos balões com poucas falas e manteve o mesmo cenário, além de dar nomes criativos para os personagens. Apresentou uma interação coerente entre a linguagem escrita e a visual. O texto produzido obedeceu a organização dos quadrinhos no que se refere a sua linguagem visual.

Figura 58 – História em quadrinho do trio A, D, H







Personagens



Helga



Asdolfo



Flora

Turma: 903

Professora: Suzana Alencar.

OBS: não temos direitos autorais sobre os personagens KKKK

Fonte: Elaboração própria

Em relação aos conceitos presentes no texto, houve coerência em destacar a fonte de energia, transformação de energia, importância e função da fotossíntese para a vida no planeta e explicou o passo a passo do fenômeno, embora não tenha identificado as duas fases da fotossíntese. Mostrou-se ter ciência dos fatores bióticos e abióticos para explicar a experiência simulada da fotossíntese, porém não soube explicar a função de cada componente, conforme trechos recortados da produção da HQ.

“Fotossíntese é o processo que transforma gás carbônico em oxigênio...”

“mas também é o processo de alimentação das plantas”;

A fotossíntese é um processo pelo qual as plantas e outros organismos convertem a energia solar em energia química.

“é importante para os vegetais, pois através do processo de fotossíntese ela absorve a luz solar, gás carbônico e água produzindo seu próprio alimento”;

“levando nutrientes e água para todas as plantas, transformando em energia e dando a coloração verde a planta e fornecendo oxigênio para outros seres vivos”.

“Asdolfo você sabe o que é liberação de gás?”

“sim, sim Flora, a liberação do gás faz com que o líquido seja agitado, o que o comprimento seja dissolvido mais rapidamente, além disso, sua absorção é melhor.”

Vale ressaltar que o grupo utilizou de forma equivocada dois conceitos “dando a coloração verde” e “a liberação do gás faz com que o líquido seja agitado, o que o comprimento seja dissolvido mais rapidamente, além disso, sua absorção é melhor.” O que

sugere confusão na interpretação do fenômeno. A clorofila é o pigmento de cor verde responsável em absorver a luz solar e o gás liberado no fenômeno é o oxigênio, talvez tenha tentado de forma equivocada, explicar o processo de propagação de calor conhecido como convecção.

“A glicose produzida é uma substância muito energética torna-se disponível para outros seres vivos. A fotossíntese promove o “sequestro do carbono” da atmosfera”

“enquanto durante a respiração a respiração da maioria dos organismos, ocorre o consumo o oxigênio e liberação de gás carbônico”.

Aborda o experimento da *Elódea* que foi utilizado com organizador prévio (MOREIRA, 2011).

“Esses são os procedimentos para a realização do experimento com Elodea sp. (A) em um béquer de vidro de 1l colocar um ramo de Elodea sp.”

“e cobri-lo completamente com um funil emborcado(B) preencher o béquer com água contendo bicarbonato de sódio dissolvido, de tal forma que todo o funil fique submerso na água.”

“solução (C) colocar um tubo de ensaio encaixado na haste do funil, tomando cuidado para que não se formem bolhas. Aproximar uma luminária acesa e aguardar cerca de 30 minutos para observar os resultados.”

Além dos conceitos abordados pela dupla anterior, esse grupo explicou as etapas da simulação da experiência com a *Elódea sp* realizada em aula, além de ter citado o papel da clorofila, embora de forma um pouco distorcida. Os diferentes tipos de pigmentos evoluíram para absorver certos comprimentos de onda da luz visível. Os pigmentos refletem ou transmitem os comprimentos de onda que não podem absorver, se manifestando da cor correspondente.

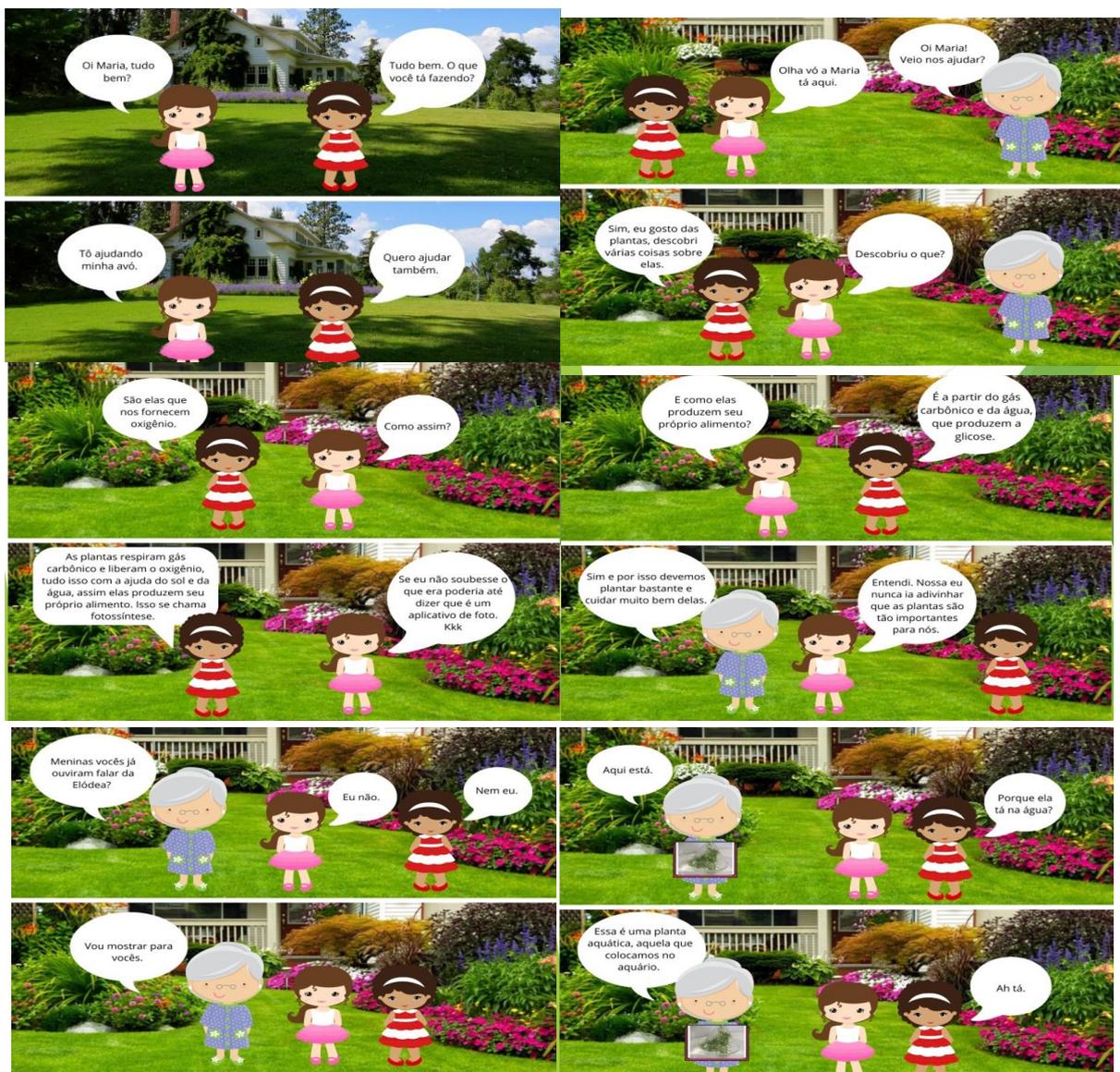
Os pigmentos podem ser identificados pelo comprimento de onda que absorve a luz visível, conhecido por espectro de absorção. Vale ressaltar que cada pigmento tem um comprimento de onda específico podendo ser curto ou longo. As clorofilas **a** e **b** absorvem os comprimentos de ondas azul e vermelho e refletem a cor verde, e o pigmento carotenoide chamado β -caroteno absorve a luz azul e verde e reflete de comprimento de ondas amarelos, vermelhos e laranja, (BEAR; RINTOUL, 2016, p. 339).

E por último foi realizado a análise da dupla *J e L* (Figura 59). A HQ apresentou uma organização contextualizada tanto no uso da linguagem escrita quanto no visual. Os balões

das falas foram indicados corretamente e o cenário permaneceu o mesmo durante toda descrição da história criada.

Embora não tenha identificado as duas fases da fotossíntese, mas se refere a fase clara, descrevendo claramente a importância da fotossíntese para os seres vivos e explicando como realizar uma atividade experimental para simular o fenômeno da fotossíntese usando a planta aquática *Elódea*, explicando corretamente a função de cada material utilizado e associando ao fenômeno natural.

Figura 59 - História em quadrinhoda dupla *J e L*





Fonte: Elaboração própria

Foram transcritos alguns trechos do texto que comprovam as observações registradas pertinentes à produção do grupo.

“Sim, eu gosto das plantas, descobri várias coisas sobre elas.”

“É a partir do gás carbônico e da água, que produzem a glicose”.

“Sim e por isso devemos plantar bastante e cuidar muito bem delas.”

“Entendi. Nossa eu nunca ia adivinhar que as plantas são tão importantes para nós.”

“São elas que nos fornecem oxigênio.”

“As plantas respiram gás carbônico e liberam o oxigênio, tudo isso com a ajuda do sol e da água, assim elas produzem seu próprio alimento. Isso se chama fotossíntese.”

Se eu não soubesse o que era poderia até dizer que é um aplicativo de foto. Kkk”

“E colocado bicarbonato de sódio na água para formar gás carbônico e produzir a glicose e o oxigênio, e deixado no sol, mas pode ser luz artificial também. É o mesmo processo da planta normalmente só que é na água”.

Fazendo a análise geral das produções dos educandos, pode-se perceber que eles se motivam com as práticas de ensino que vão além do livro didático o que defende Moreira no *Princípio da Não Centralidade do Livro Texto* (2000, p. 10). Essas produções indicam a construção de conceitos de forma gradativa apresentando indícios de uma aprendizagem significativa e crítica.

Atividade 2: Elaboração do projeto de irrigação (folder)

Esta atividade foi proposta no nono momento deste projeto, foi levantado a problemática e o desafio de manter os cultivos vivos após plantio, instigou-se os educandos a discutirem e a investigar como manter a horta irrigada, de forma que se apresentasse uma solução por meio de um projeto, seguindo os critérios estabelecidos com a utilização do Arduino, sensor de umidade e válvula solenoide.

Todos os educandos com seus pares montaram seus projetos e os apresentaram para a turma, a proposta escolhida foi da dupla **C e G**. A opção da escolha foi realizada democraticamente no chat do *meet* (Figura 60). A análise desta atividade foi realizada com base da utilização da tecnologia e materiais de baixo custo, com objetivo de averiguar se o enfoque dado ao projeto em CTSA foi alcançado.

Notou-se nos projetos apresentados a preocupação de não haver desperdício de água e o uso da tecnologia de forma consciente e com material de baixo custo. Os educandos usaram a tecnologia e materiais de baixo custo, explicaram o passo a passo do projeto e destacaram a função do sensor de umidade, que era detectar a umidade do solo e a função do Arduino, em mandar o comando para abertura da torneira elétrica, no caso se fosse acusado pelo sensor a baixa umidade do solo. Foi utilizado também uma mangueira própria para irrigação com furos a cada metro, que após teste e funcionamento do projeto, verificou-se que a distância entre os furos da mangueira era muito grande e por esse motivo foram substituídos por mangueira de vinte e vinte centímetros.

Figura 60 – Projeto de irrigação escolhido



Fonte: Elaboração própria

Essa atividade se mostrou inserida na proposta de dar ao projeto o enfoque de CTSA, de acordo com Santos e Mortimer (2002, p. 4-5) há uma demanda pela participação dos indivíduos no intuito de minimizar os problemas ambientais gerados principalmente após a Segunda Guerra Mundial. Notou-se que gradativamente essa consciência ecológica foi surgindo e tornou-se notório a partir da apresentação dos projetos pelos educandos, pois o grupo teve a preocupação de usar a tecnologia, materiais de baixo custo e a criatividade, além de terem escolhido com unanimidade o projeto com menor custo-benefício. Esta atividade contribuiu para que os educandos se tornassem protagonistas dessa ação.

6.2.3 Análise gráfica dos jogos

Atividade 3: Jogo *show* do milhão da fotossíntese

Dando continuidade ao projeto e visando a diferenciação progressiva, houve o jogo de perguntas e resposta intitulado o Show do Milhão da Fotossíntese como atividade avaliativa. Essa atividade além de revisar os conteúdos trabalhados até o presente momento, motivou os educandos para acertarem as questões propostas, criou-se também uma competição que foi considerado positivo, pois a cada rodada o desejo em acertar se tornou notório.

Criou-se critérios para dar início ao jogo, cada educando teve a oportunidade de jogar 4 vezes. Confirmando o princípio da TASC Moreira (2000), não se deve punir quem erra, ele acredita que dando oportunidade se conquista o indivíduo e ele aprende em cima do erro (Figura 61).

Figura 61– Show do Milhão da Fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

A seguir as perguntas referentes aos conceitos trabalhados sobre fotossíntese e o gráfico com o quantitativo de acertos por educandos e a quantidade de rodadas que foram necessárias para alcançar o pódio.

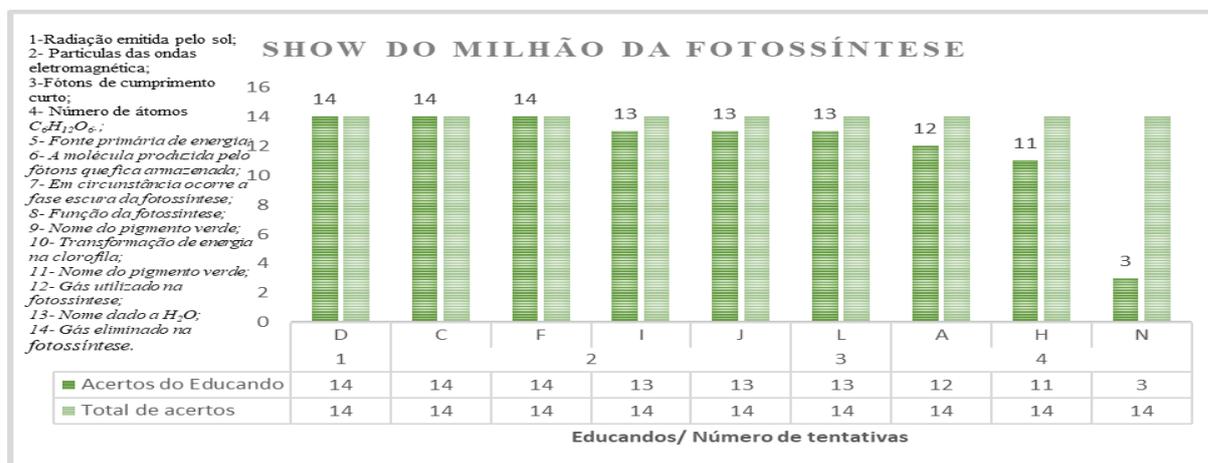
- 1- *Qual é o nome dado à radiação emitidos pelo sol?*
- 2- *Qual é o nome dado as partículas que formam ondas eletromagnéticas?*
- 3- *A luz que podemos enxergar apresenta diferentes tipos de radiação de frequência baixa e alta. São exemplos de radiações de ondas de comprimento curto e de alta frequência de energia sendo prejudiciais à saúde.*
- 4- *Número de átomos existem na molécula de glicose $C_6H_{12}O_6$.*
- 5- *Qual é a fonte primária de energia necessária para acontecer a fotossíntese?*
- 6- *Nome dado a molécula produzida pelos fótons da energia solar que fica armazenada como se fosse dinheiro na poupança.*
- 7- *Em que circunstância acontece a fase escura da fotossíntese?*
- 8- *Função do fenômeno da fotossíntese para os vegetais.*
- 9- *Qual é o nome dado ao pigmento verde do vegetal?*
- 10- *Qual é a transformação de energia que ocorre no cloroplasto?*
- 11- *Nome dado ao gás que o vegetal utiliza para produção de matéria orgânica.*
- 12- *Qual é o nome da substância composta pela fórmula química H_2O ?*
- 13- *Qual é o comprimento de ondas que as moléculas de clorofila absorvem?*
- 14- *Qual é o gás que é eliminado no processo da fotossíntese.*

O jogo com quatorze questões foi finalizado após quatro rodadas, de forma a oportunizar a todos chegarem ao pódio. No dia do jogo três educandos não conseguiram acessar no *meet* e a educanda *N*, não participou das aulas onde foram abordados os conceitos investigados na atividade avaliativa. O interessante foi que o educando *F*, quando percebeu a presença da educanda, chamou sua atenção e alertou que não sairia bem na atividade, o que realmente aconteceu, a educanda *N*, apesar de participar de todas as oportunidades dadas durante o jogo, não conseguiu atingir 50% de acertos das questões propostas, obtendo apenas três acertos.

Quatro educandos acertaram todas as questões sendo que a educanda *D*, jogou uma única vez e os demais foram necessárias duas rodadas. Os dois educandos *J e L* obtiveram 13 acertos; o educando *A* 12 acertos e o *H* foram 11. Embora as questões fossem objetivas, no momento da pergunta, muitos dos educandos expressavam o raciocínio em voz alta remetendo

ao processo de aprendizagem e alguns soltavam a resposta na vez do outro. A seguir o resultado expresso em forma do Gráfico 1.

Gráfico 1 – Desempenho dos educandos no Show do Milhão da Fotossíntese



Fonte: Elaboração própria

Ao término do jogo houve a divulgação da premiação de todos os educandos com caixa de bombom e 1 *spinner*, os educandos que erraram apenas uma questão e os que acertaram todas as questões, ganharam o kit completo (1 caixa de bombom e 1 *spinner*); os que acertaram 11 questões, receberam 3 bombons e 1 *spinner* e a educanda que teve 3 acertos, recebeu 1 bombom como incentivo para não desistir das aulas.

Vale ressaltar que a premiação ficou marcada para ser entregue no dia 17/07/2020, dia marcado para ocorrer a aula de campo.

Foi notória a motivação dos educandos com a atividade aplicada, um deles expressou “é muito legal aprender brincando, professora você deveria fazer outras vezes esse jogo” e os demais concordaram.

Atividade 4: Jogo Plickers

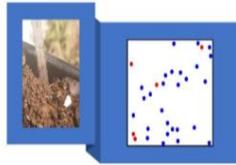
No sétimo momento, após aula expositiva sobre fontes e formas de energia, aplicou-se o jogo de perguntas e respostas, *Plickers*. Esta etapa foi embasada nos princípios da não utilização do quadro de giz, da interação social e questionamento e do conhecimento como linguagem, através deste jogo, o educando teve oportunidade de usar a nova linguagem para compreender a realidade, de forma entender que as pessoas que dão significado as palavras o que levará a criticidade. As perguntas foram elaboradas buscando atender a estes princípios e obteve o resultado a seguir.

Foram elaboradas previamente dez perguntas sobre os conceitos abordados nesta SD, vale ressaltar que essa versão foi adequada para as aulas remotas de forma a permitir que o educador crie um código para cada educando cadastrado no *Plickers*. Após todas as orientações sobre o jogo, o pesquisador emitiu um comando de “receber as respostas” e cada educando em seu celular assinalou as questões que considerava corretas. Foram preparados dois blocos de cinco questões, expostas na Quadro 07.

Quadro 07– Questões do o *Plickers e-Learning Beta*

<p>1- Essa é a horta que você construiu com a sua turma. Qual é a energia usado pelos cultivos para produzir matéria orgânica (glicose)?</p>  <p>A Energia química. B Energia térmica. C Energia solar. D Energia cinética.</p>	<p>2- Qual é o fenômeno pelo qual o vegetal produz matéria orgânica (glicose)?</p>  <p>A Respiração. B Fase clara. C Fotossíntese. D Fase escura.</p>
<p>3- Quando as ondas eletromagnéticas (energia solar) é absorvido pela clorofila do cultivo, qual é o nome da propagação de calor que ocorre no fenômeno?</p>  <p>A Condução. B Radiação. C Convecção. D Redução.</p>	<p>4- A imagem a seguir é da minhocosa construída para produzir húmus (adubo), é utilizado restos orgânicos (cascas de frutas, verduras e legumes), esterco, minhocas e papel. Qual é o papel das minhocas na minhocosa?</p>  <p>A As minhocas comem os restos orgânicos presente no esterco e elimina as fezes, formando o húmus. B Os restos orgânicos são decompostos produzindo húmus. C As minhocas morrem e se transformam em húmus. D As minhocas revolvem o solo produzindo húmus.</p>

5- No processo de decomposição da matéria orgânica, a temperatura aumenta. Qual é o conceito de temperatura?



- A** É o grau de agitação das moléculas de um corpo. **B** É o calor do húmus.
- C** É quando agita e reduz o calor de um corpo. **D** É o mercúrio do termômetro.

6- É comum atear fogo nas folhas secas para se livrar delas. Esse procedimento traz consequências para o ambiente como:



- A** O aquecimento global. **B** Somente o efeito estufa.
- C** Somente a chuva ácida. **D** Causa a chuva ácida provocando a morte de seres vivos e intensifica o efeito estufa gerando o aquecimento global.

7- O calor liberado pela fermentação dos restos orgânicos pode matar as minhocas, por isso deve-se monitorar a temperatura da minhocosa e resfriá-la, para evitar as mortes das minhocas. O que é o calor?



- A** Calor é a transferência de energia de um corpo de menor energia para o de maior temperatura. **B** Calor é a transferência de energia de um corpo de maior energia para o ambiente.
- C** Calor é a transferência de energia de um corpo de maior energia para o de menor temperatura. **D** Calor é a transferência de energia de um corpo de menor temperatura para o ambiente.

8- O processo pelo qual o metal do termômetro absorve o calor provocado pela fermentação da matéria orgânica é um processo de propagação de calor chamado de:



- A** Convecção.
- B** Condução.
- C** Indução.
- D** Radiação.

9- A processo de propagação de calor presente na entrada de CO² no processo da fotossíntese e saída de O² é conhecido como:



- A** Convecção. **B** Radiação.
- C** Dilatação. **D** Condução.

10- O vegetal produz matéria orgânica pelo fenômeno da fotossíntese e produz energia pelo fenômeno da respiração celular. Na fotossíntese a clorofila absorve do ar o gás..... e na respiração utiliza o gás



- A** CO² e NO². **B** H² e CO²
- C** Ni e CO² **D** CO² e O².

O primeiro conjunto de cinco perguntas correspondente às cinco primeiras questões foram relacionadas ao plantio, fonte de energia, propagação de calor e fotossíntese obteve-se 76% de rendimento geral dos educandos satisfatório e o seguinte resultado individual (Figura 62).

Figura 62 – Resultado do 1º bloco de questões



Fonte:⁷²

Na primeira pergunta, 67% dos educandos identificaram o Sol como fonte de energia utilizado pelo cultivo no processo de produção de matéria orgânica, os educandos **F, G, H e L** identificaram como sendo energia química, o que demonstra terem se confundido com o processo de transformação de energia solar em química que ocorre na clorofila na produção de glicose.

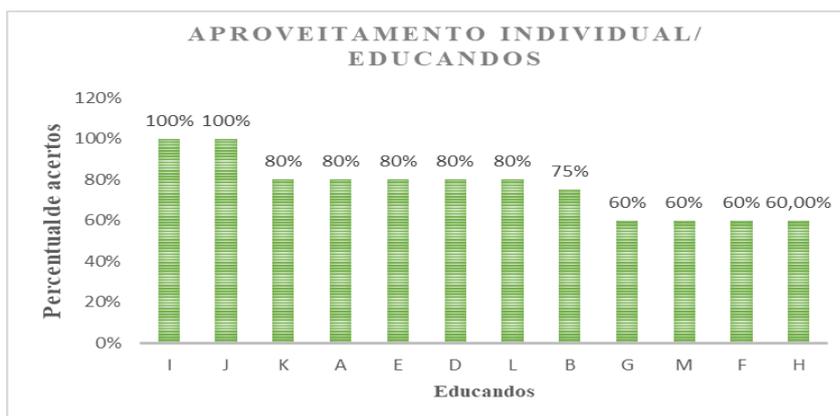
Na segunda questão, referente ao fenômeno que o vegetal utiliza para produzir a matéria orgânica – glicose, 11 educandos identificou com sendo fotossíntese, apenas o educando **M**, identificou como sendo a fase clara, totalizando de 92% de acerto; A terceira questão quando perguntado o nome do processo pelo qual ocorre a incidência das ondas eletromagnéticas do sol sendo absorvido pela clorofila das plantas, 8 educandos responderam corretamente como sendo radiação, referente a 67% do total dos educandos, 3 educandos

⁷² Disponível em: [Plickers.com/librarj](https://plickers.com/librarj)

responderam convecção - *A, D e F*. Essa questão demonstra a falta de domínio na definição dos conceitos de propagação de calor desses educandos.

A quarta questão referente à importância das minhocas na produção de húmus 100% dos educandos disseram que as minhocas ingerem os restos orgânicos presentes no solo e eliminam as fezes formando húmus, indicando que todos compreenderam a importância das minhocas na ciclagem da matéria orgânica. Na quinta questão referente ao conceito de temperatura, 58% dos educandos conseguiram definir como a grandeza que mede o grau de agitação das moléculas, os educandos *E e G* definiram como o calor liberado pelo húmus, *H e K* responderam que está associado a agitação das molécula reduzindo o calor do corpo e a *M*, disse que era o mercúrio do termômetro. Segue os resultados individual e geral por questão (Gráfico 2).

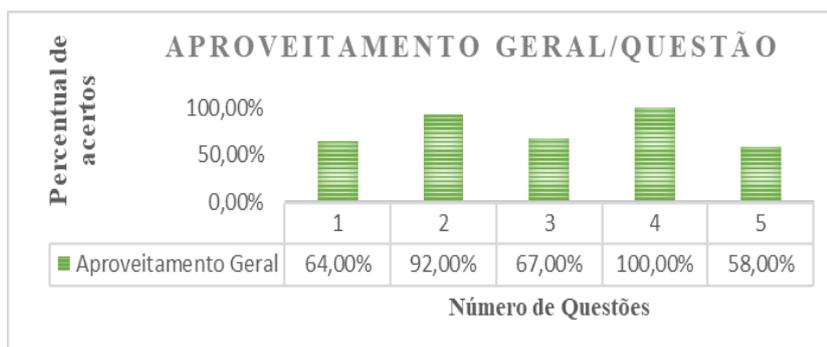
Gráfico 2 – Resultado individual da atividade avaliativa no *Plickers E- Learning*



Fonte: Elaboração própria

O desenvolvimento individual dos educandos está expresso no Gráfico 3, vale destacar que o rendimento foi acima de 58%.

Gráfico 3 – Resultado geral do bloco 1 por questão



Fonte: Elaboração própria

O segundo bloco referente aos conceitos de calor, propagação de calor, mudanças climáticas e fotossíntese teve um resultado individual um pouco melhor, nenhum educando teve menos de 60% de acerto (Figura 63).

Figura 63–Resultado individual do 2º bloco de questões



Fonte: 73

Dando continuidade à análise dos dados do jogo *Plickers*, na sexta questão referente às consequências da queima de folhas presente no ambiente da horta, somente o educando **I** disse que esse procedimento é responsável pelo aquecimento global e os demais, 92% relacionou a precipitação da chuva ácida causando a morte dos seres vivos e intensificando o efeito estufa o que vai acarretar o aquecimento global.

A sétima questão relacionada à definição de calor, os educandos **I e L** responderam que essa prática causa o aquecimento global, e o educando **H**, definiu calor como sendo a transferência de energia de um corpo de menor energia para um de maior, porém 72% da turma, definiu corretamente.

Quando perguntado na oitava questão sobre o processo de propagação que ocorreu quando determinou a temperatura da matéria orgânica em decomposição, novamente, apenas um educando não conseguiu responder corretamente.

⁷³ Disponível em: < Disponível em: Plickers.com/librarj

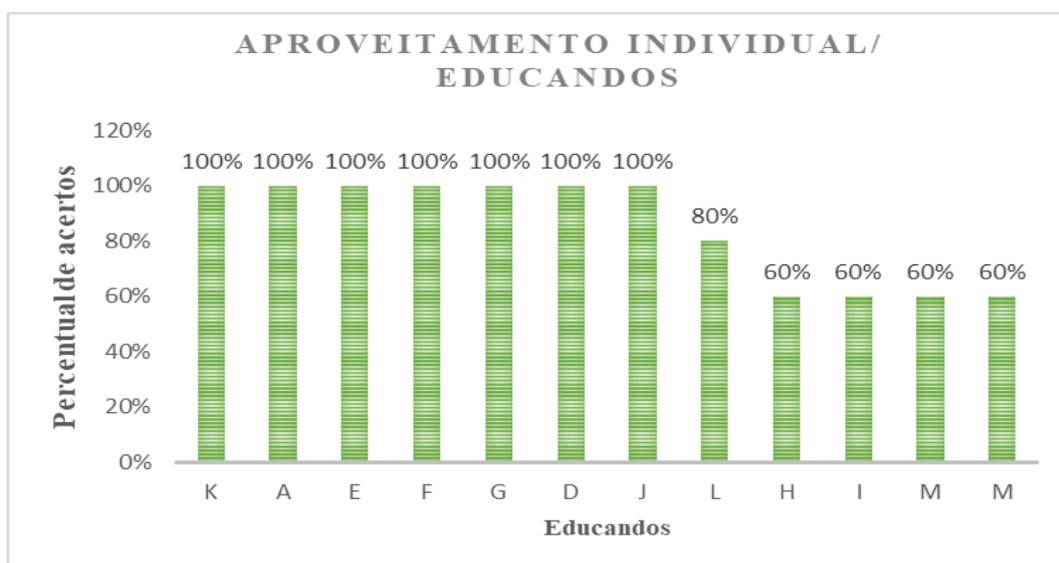
Já o educando **H**, notou-se que não conseguiu diferenciar os três processos estudados, pois respondeu ser a radiação. O mesmo resultado ocorreu na nona questão, com 92% de aproveitamento, essa questão se refere ao processo de propagação de calor por convecção que ocorre com a troca gasosa no fenômeno da fotossíntese, onde a clorofila absorve o CO₂ e elimina o O₂, mais uma vez, um único educando - **B** errou, definindo o processo como dilatação, notou-se que este educando não conseguiu relacionar a nenhuma das formas de propagação de calor, o que descarta a possibilidade de confusão dos conceitos, pois a resposta assinalada mostra a falta de familiarização e entendimento da ocorrência do processo no fenômeno da fotossíntese.

Finalizando o jogo, a décima questão todos os educandos, ou seja, 100% souberam identificar que o CO₂ é utilizado no fenômeno da fotossíntese para produção de matéria orgânica e o O₂ é absorvido pelos seres fotossintetizantes no processo de produção de energia através da respiração celular.

Pelo resultado obtido, notou-se que o educando **I e H**, não conseguiram associar a queima de folhas ao aquecimento da temperatura global e o educando **B**, errou duas das três questões sobre propagação de calor o que é um indício de que não houve compreensão dos conceitos dos impactos ambientais causados pela queima de matéria orgânica e propagação de calor por esses educandos.

A seguir a análise gráfica dos dados individual do aproveitamento por questão dos educandos nesta atividade avaliativa (Gráficos 4).

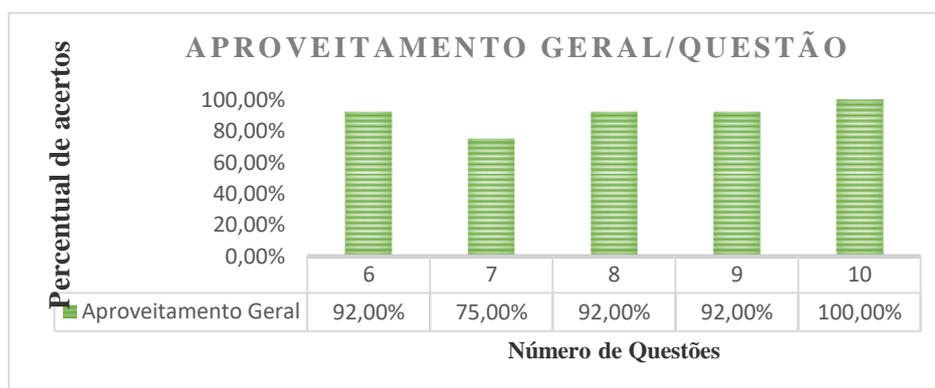
Gráfico 4 - Resultado individual por questão do bloco 2



Fonte: Elaboração própria

O resultado geral dos educandos no segundo bloco foi acima de 72% o que demonstra maior indício de aprendizagem nas questões referentes aos conceitos de calor, propagação de calor, mudanças climáticas e fotossíntese. O resultado geral da turma se mostrou bem satisfatório, pois 92% da turma atingiram os objetivos propostos nas questões, esses resultados estão expressos por meio do Gráfico 5.

Gráfico 5 - Resultado geral por questão do bloco 2



Fonte: Elaboração própria

6.3 Análise do Questionário Final – Avaliação

Após a realização de várias atividades que corroboraram para uma ASC, ressalta-se que a última atividade desenvolvida foi o projeto de irrigação, reaplicou-se o questionário inicial com algumas adequações referentes às ilustrações de acordo com o contexto da pesquisa, com o intuito de avaliar se o objetivo geral foi alcançado (Figura 64).

Dando prosseguimento a análise referente ao questionário final, foram criadas as categorias e unidades seguindo os critérios de Bardin (2011). Desta forma, segue-se a análise das respostas obtidas neste questionário avaliativo, organizadas no Quadro 8, formando as primeiras unidades e categorias.

Figura 64 – Reaplicação do Questionário Final

Colégio Estadual José do Patrocínio
 Disciplina: Ciências da Natureza Ano: 9º 901/903
 Nível de Ensino: EF
 Professor (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar
 Nome: _____



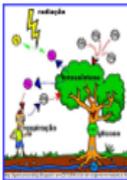
Olá galinha, estamos encerrando o 2º bimestre e com muita alegria pela participação atizada todos! Obrigada por toda contribuição, troca e vivências, orgulhos de vocês! Agora chegou a hora de mostrar aos que aprenderam, sejam comissões escolares! Não tenham pressa!!! Um grande beijo virtual!!!

Questionário Avaliativo

1- Construímos nossa horta no colégio com a participação ativa de todos. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?



2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



3- Sua turma se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que faziam para se livrarem das folhas secas e das minhocas.

Qual foi a solução dada para limpar o terreno rápido sem matar as minhocas? Justifique sua resposta.



4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



5- A opção escolhida pela turma de realizar o plantio da horta foi o modelo a-cogumel, localizado próximo a cozinha. O que achou do espaço disponibilizado pela escola? Quais foram as condições necessárias para elaboração da horta idealizada pela sua turma? Justifique sua escolha.



6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e consequente morte?

7- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

Foram aglutinadas as categorias afins, (Quadro 08) e quantificado o número de unidade de significação seguindo os critérios do método de Bardin (2011).

Quadro 08- Categorias e unidades de significação dos conceitos de Energia no Contexto de uma horta automatizada

Categorias unificadas	Unidades	Número
Fotossíntese – importância para os seres vivos, fatores bióticos e abióticos	<p>A: “as plantas criam seu próprio alimento”; B: “produzem os componentes orgânicos”; D: “processo de alimentação das plantas”; E: “produzem seu próprio alimento”; F: “produzir matéria orgânica”; G: “produz a glicose - matéria orgânica.”; H: “Transformar gás carbônico em oxigênio”; I: “produzir oxigênio e matéria orgânica”; J: “produzindo matéria orgânica, a glicose”; K: “produzem seu próprio alimento ...liberam o gás O₂.”; L: “produz a glicose”; : “fonte de energia a luz solar”; B: “A energia do sol é capturada”; B: “captam a luz solar”; C:</p>	31

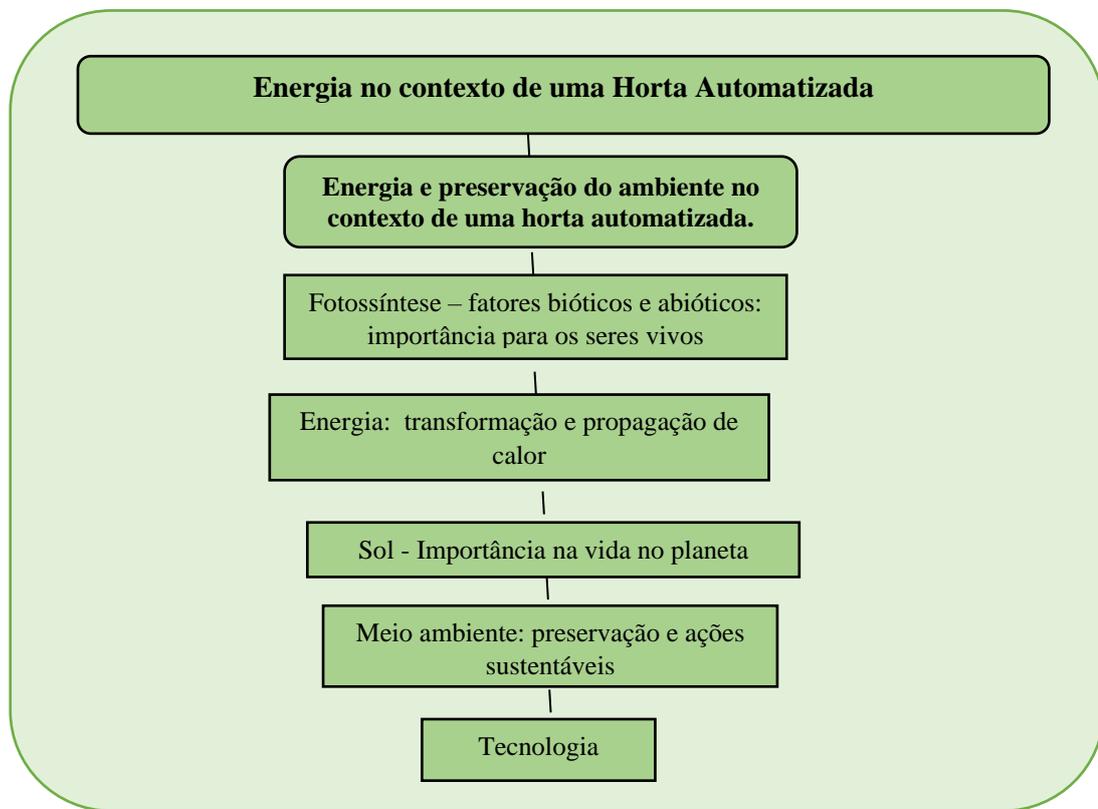
	<p><i>“com a ajuda do sol”; D: “fonte de energia o sol”; F: “energia solar”; G: “A luz solar”; J: “energia solar”; L: “luz solar”; B: “A energia do sol é capturada”; H: “ o sol é a fonte de energia”; A: “fonte de energia a luz solar que assim produzem energia química”; D: “A clorofila absorve a luz solar e se transforma em energia química”; F: “ a clorofila+energia solar” ”; F: “ dar a energia química” J: “a energia solar transformando em energia química”; L: “a planta recebe a luz sol”; F: “A Fotossíntese, ela ocorre em duas fases . fase escura e clara”; G: “. A fotossíntese acontece em duas fases, fase clara e fase escura, é na fase escura que produz a glicose”; L: “a planta recebe a luz sol”.</i></p>	
Energia: transformação e propagação de calor	<p><i>A: “ produzem energia química”; D: “transforma em energia química”; F: “ dar a energia química” J: “a energia solar transformando em energia química”; L “Radiação com a ajuda do sol”; L: “luz solar(radiação); D: “as moléculas mais quente fica ocorrendo o processo de convecção”; F: “as moléculas iam se separar... processo de convecção que o ar aquecido da folha sai e o ar do lado de fora entra que o mais frio”; J: “as moléculas de ar ficam agitadas... o ar quente sai e ar frio entra....entrando gás carbônico e saída do oxigênio”; A: “as moléculas ficam mais agitadas”; A: “o gás carbônico entre e o oxigênio saia mais rápido acelerando o processo de fotossíntese”; D: “quanto mais agitadas as moléculas mais quente fica ...fazendo o processo de fotossíntese ocorrer mais rápido”; E: “dia ensolarado a clorofila ... absorver a luz solar... com o vento a planta pode pegar o CO2 do ar para poder soltar o O2 (oxigênio)”; G: “o grau de agitação das moléculas.”; J: “o ar quente sai e ar frio entra,... entrada do gás carbônico e saída do oxigênio.” K: “a energia que a planta..., com o vento a planta pode pegar o CO2”.</i></p>	16
Sol - Importância na vida no planeta	<p><i>A: “ sem ele não existiria vida na terra.”; B: “sem o sol o planeta não teria calor e congelaria e as plantas morreriam” ; D: “sem o sol não aconteceria o processo de fotossíntese, sendo assim as plantas não teriam o que comer e morreriam igualmente a maior parte dos seres vivos na terra.”; E: “a luz solar é uns dos principais fatores para que as plantas”; F: “sem o sol os vegetais não conseguiriam realizar a fotossíntese e nem existiria vida na terra”; G: “a luz solar é uns dos principais fatores para que as plantas possam fazer a fotossíntese.”; I: “graças a ele que as plantas se alimenta, além de ajudar a manter a temperatura ideal no planeta” ; J: “Sim, é muito importante para o desenvolvimento das plantas e para nós seres humanos”; K: “sem ele não existiria vida na Terra, as plantas precisam dele para crescer, e também nos fornece vitamina D.”; L: “tudo precisa do sol as plantas e os seres humanos, o sol é fonte de vitamina d que ajuda na fotossíntese e no nosso organismo”. M: “todo mundo depende do sol, o sol é importante para todos os seres vivos”</i></p>	11
Meio ambiente:	<p><i>I: “não prejudicam o meio ambiente”; G: “sem agrotóxicos”; D:</i></p>	35

<p>preservação e ações sustentáveis</p>	<p><i>“livre de agrotóxicos”; C: “mais natural sem agrotóxico”; B: “sem agrotóxicos”; A: “orgânicos sem agrotóxicos” L: “livres de agrotóxicos”;</i></p> <p><i>A: “um ancinho e usar as folhas secas... fazer adubo”; C: “fizemos adubo natural”; D: “Normalmente eles queimam as folhas mas isso não faz bem para a natureza, o melhor seria transforma-las em adubo”; E: “pegar as minhocas e colocá-las no esterco de boi para fazer um adubo ...casca de restos de alimentos ...produzir humus”; F: “pegar as folhas secas e fazer adubo” G: “Fazendo adubo... não irá agredir o meio ambiente e o terreno ficará limpo”; I: “Transformando em adubo para as plantas”. K:“pegar as minhocas e coloca-las no esterco de boi para fazer um adubo.” ; L: “limpar com a mão com o maior cuidado possível, pra não matar as minhocas”. M: “transforma tudo em adubo”; M: “purificação do ar”; B: “Limpar o terreno e cuidar da terra”; M: “ambiente com o solo bom e fofo”; C: “fornecer água através das garrafas”; D: “regar as plantas quando o solo estiver seco e não rega-las quando chover não encharcada o solo” F: “uma irrigação que pudesse regar todas as sementes”; M: “molhar as plantas com uma mangueira ou com um regador para pelo menos prevenir que elas não morram”; J: “molhar a horta sempre que ela estiver seca”; A: “as condições necessárias ... limpar o local, mexer a terra, colocar adubo e plantar”; B: “Limpar o terreno e cuidar da terra”” ; C: “fazer os canteiros” ; D: “limpar o terreno, mexer a terra e colocar ..e molhar”; E: “solo era bom para plantar, ver se era possível regala naquele local”; F: “boa terra e um lugar que pegasse sol”; “sementes, mudas, adubo, água e energia solar;” I: “afofamos o solo, plantamos e regamos”; J: “afofar a terra antes de colocar as sementes e fizemos adubo.”; L: “solo ,água, mudas, sementes, adubo”; M: “o solo bom e fofo para poder plantar”.</i></p>	
<p>Tecnologia</p>	<p><i>A: “irrigação automático”; B: “irrigação automatizado”; D: “O regador automático”; E: “irrigação automática;” M: “utilizando Arduino”; G: “Criando um sistema de irrigação automatizada.”; H: “fazendo um Regador Caseiro Automático” ; I: “Uma horta automatizada” ; J: “irrigação automático programado para molhar a horta ”; L: “o Arduino, e as garrafas de água no solo”; E: “se não tiver muito dinheiro para fazer essa irrigação utilizando Arduino”.</i></p>	<p>10</p>

Fonte: Elaboração própria

Após aglutinação das categorias e das unidades significação, houve a quantificação e desta forma, realizada a compilação conforme (Figura 65), seguindo os critérios de Bardin (2011).

Figura 65 - Dados compilados das categorias referente ao estudo de Energia no contexto de uma horta automatizada



Fonte: Elaboração própria

Em relação a categoria *Fotossíntese- fatores bióticos e abióticos: importância para os seres vivos* foram recortadas 31 unidades e percebeu-se que os educandos **A, B, D, F, G, I, J, K e L** definiram a função do fenômeno da fotossíntese para as plantas (vegetais), sendo que os educandos **F e G**, citaram as fases da fotossíntese e o educando **G**, além de citar as fases, identificou que é na fase escura é que ocorre a síntese de glicose. Os educandos **L, B, C, D, F, G, J, L, H, A, D e F** reconhecem que a fonte de energia necessária para a ocorrência da fotossíntese é a energia solar, porém o educando **L**, reafirma essa constatação em três unidades.

A categoria *Energia: transformação e propagação de calor* foram recortadas 16 unidades significativas, os educandos **A, D, F e J**, identificaram a transformação da energia solar em energia química que ocorre no processo da fotossíntese.

Já os educandos **L, D, F, J, D, E, G e K** descreveram o processo de propagação de calor; **L** citou 2 vezes o processo de radiação sem maiores detalhes; **D, J, A, G, F e K** descreveram o processo de convecção com detalhes e associaram a troca gasosa do fenômeno da fotossíntese ao processo de propagação de calor (convecção);, **D e F** identificaram o

processo juntamente com a explicação do fenômeno; *A* mostrou que o calor faz as moléculas ficarem agitadas, mas não identificou o processo de propagação e nem deixou claro a qual molécula estava se referindo, o que parece mostrar que o aluno tem ciência de que calor é energia em trânsito, mas não consegue definir e nem identificá-lo. Vale ressaltar que nenhum educando explicou ou citou a propagação de calor por condução.

A categoria referente ao *Sol – Importância da vida no planeta* apresentou 9 unidades recortadas das respostas dos educandos. Os educandos *A, K e M* destacam a importância do sol para vida na Terra, já os educandos, *E, F, G, J e K* associaram a dependência dos vegetais para produzirem matéria orgânica pelo fenômeno da fotossíntese. Vale destacar, que a resposta dos educandos *B*, que associou a inexistência de vida na Terra sem o sol, porque o planeta congelaria; e o *I* que falou da dependência das plantas para produzir matéria orgânica e desta forma, o vegetal manter a temperatura agradável; *K e L* associaram a importância do sol à produção de vitamina D; já o *M*, se limitou a falar que todos os seres vivos dependem do Sol, sem especificar nenhum benefício. Nesta categoria, os educandos expressaram também a importância do sol para vida na Terra de várias maneiras com enfoque em mais de uma vertente, ratificando o princípio da TASC da Consciência Semântica e do conhecimento como linguagem.

A categoria *Meio Ambiente: preservação e ações sustentáveis e Tecnologia* tiveram 35 e 10 unidades respectivamente recortadas das respostas dos educandos, mostrando indícios de ter despertado uma consciência ecológica em relação ao meio ambiente e o uso da tecnologia de forma sustentável, como retratam as análises a seguir.

Os educandos *I, G, D, C e L* se mostraram preocupados com o meio ambiente, o *I*, expressa isto por meio de palavras, já os demais destacam a não utilização de agrotóxico nos alimentos para torná-los mais nutritivo.

Na questão três referente a solução a ser dada para se livrar dos restos orgânicos encontrados no solo como as folhas secas, bem como evitar a morte de seres decompositores responsáveis pela ciclagem da matéria orgânica como as minhocas.

Os educandos sugerem ações sustentáveis como retirá-las com ancinho (*A*); limpar com a mão e com cuidado para não matar as minhocas (*L*); mas a maioria remete a decomposição da matéria orgânica produzindo adubo (*A, D, C, D, E, F, G, I, K, M, J e L*); alguns citaram a utilização de esterco de boi e minhocas na produção do adubo (*E e K*); um educando fala em purificação do ar (*M*), outros se remeteram aos cuidados com o solo (*B, M*,

C, D, E, F, I, J e L). Nesta categoria notou-se que muitos educandos citaram mais de uma vez, as medidas de preservação do meio ambiente.

Segundo Santos e Mortimer (2002) o meio ambiente tem sofrido a ação antrópica o que vem interferindo de forma negativa no meio ambiente. Eles acreditam que para se fazer ciência deve-se ter a preocupação com os efeitos e causas e para que isto aconteça, propõem que o ensino seja pautado na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Essa postura é reafirmada por Santos (2008) que acredita numa educação científica crítica, ou seja, onde o indivíduo deve questionar os modelos prontos apresentados, além dos valores referentes ao desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade em se encontra inserido. O indivíduo deve se tornar protagonista, é importante que se crie ferramentas tecnológicas para desenvolver o senso crítico. Esses estudos tiveram enfoque CTSA e se teve a preocupação de não gerar uma concepção ingênua da visão de ciência.

Em relação a categoria *Tecnologia* percebeu-se que os educandos *A, B, I e L* propõem o uso de uma irrigação automática sem dar maiores detalhes; *D e H* sugerem um regador automático, sem dar detalhes também; *M, L e E* indicam o Arduino como um material de baixo custo e de fácil manuseio acoplado com garrafa *pet* para montar um sistema de irrigação automática, *G* indica a criação de um sistema de irrigação automática.

Os autores Amaral *et al.*, (2018) desenvolveram um sistema automatizado de irrigação em plataforma de código aberto de baixo custo de instalação. Esse programa de código aberto é controlado por uma placa de supervisão cujo objetivo foi monitorar a umidade do solo de forma a controlar o nível de umidade do solo em relação ao nível previamente definido, desta forma o programa liberava uma mensagem para abertura da passagem de água pela válvula solenoide quando a umidade estivesse abaixo do programado.

O programa foi carregado em uma placa Arduino, utilizando uma simulação na plataforma gratuita *Tinkercad* (www.tinkercad.com) e o código foram redigidos no editor de *Sketch* padrão Arduino.

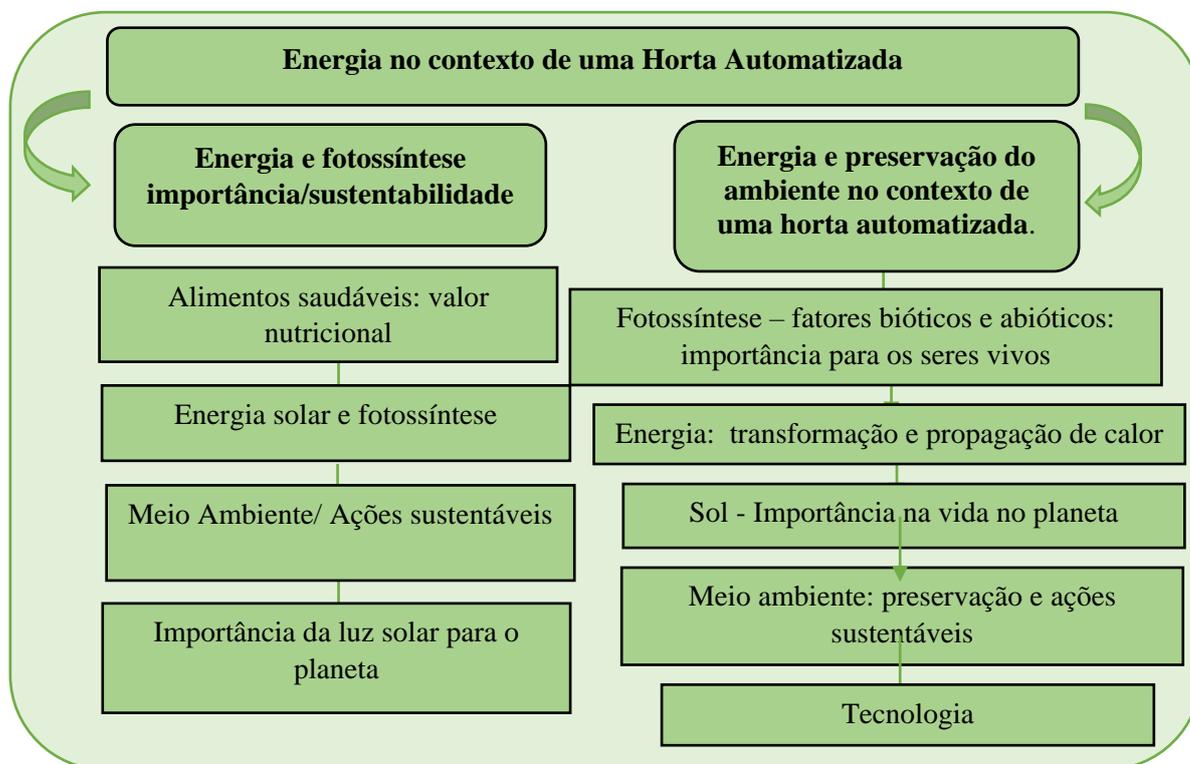
Camargo *et al.*, (2018) também propõem a construção de um sistema com sensores eletrônicos de baixo custo, usando o código aberto e a tecnologia do Arduino. Neste projeto, a rede desenvolve um sistema de coleta, armazenamento e análise de indicadores em tempo real que monitora a temperatura, umidade, luminosidade e umidade do solo.

As concepções dos educandos em relação a SD foi muito positiva, o que sinalizou para a professora/pesquisadora que embora as dificuldades enfrentadas no decorrer da implantação do projeto, o objetivo foi alcançado, pois a aprendizagem se tornou prazerosa e divertida para

a maioria dos educandos. As duas condições necessárias para que a aprendizagem se torne significativa (TAS) são que o material seja potencialmente significativo e o desejo de aprender. A escolha de uma horta para o estudo de energia foi um material assertivo que despertou o desejo em aprender de forma significativa e crítica.

Foi realizado um comparativo entre as categorias que os educandos apresentavam antes do desenvolvimento desta SD e após. No levantamento dos conhecimentos prévios foram criadas quatro categorias: “*Alimentos saudáveis: valor nutricional; Energia solar e fotossíntese; Meio Ambiente/ Ações sustentáveis; Importância da luz solar para o planeta*”. Essas categorias criadas foram mediante as unidades recortadas das respostas dos educandos ao questionário inicial, porém percebeu-se que os educandos não sabiam explicar os conceitos e não os associam aos processos físicos, químicos e biológicos envolvidos no projeto. Já na reaplicação do questionário surgiram novas categorias com conceitos bem definidos que foram descritos após o Figura 66.

Figura 66 – Comparação das categorias após aplicação do projeto



Fonte: Elaboração própria

Os onze momentos de desenvolvimento do projeto, com atividades lúdicas e práticas se mostraram potencialmente significativo para os educandos, percebia-se a cada encontro a

empolgação e o desejo em desvendar os desafios propostos. O resultado foi expresso pelas categorias criadas mediante as respostas dadas a reaplicação do questionário inicial.

Na categoria “Fotossíntese – *fatores bióticos e abióticos: importância para os seres vivos*” os educandos conseguiram explicar o fenômeno da fotossíntese com sua função e os componentes necessários para realização do fenômeno. Anteriormente, não sabia a função da fotossíntese e alguns associaram a respiração. Além de confundir o gás utilizado pelo vegetal para produção da matéria orgânica.

A categoria “*Energia: transformação e propagação de calor*”, inicialmente não sabiam definir calor, muito menos os processos de propagação de calor. No questionário final, a maioria conseguiu definir calor, identificar os processos de propagação radiação e convecção, porém o processo de condução não apareceu nas unidades recortadas. Já o processo de transformação de energia que não surgiu nas unidades do questionário inicial, ficou bem claro no questionário final.

“*Sol - Importância na vida no planeta*”, essa categoria foi citada inicialmente, porém referindo apenas como fonte de vitamina D. Nas unidades recortadas após aplicação da SD, foi retratado a importância do sol para os vegetais na produção de matéria orgânica, associaram a vida de outros seres vivos, fonte de vitamina D, além de expor que sem o sol o planeta seria muito frio e não seria possível a vida de nenhum ser vivo.

A categoria “*Meio ambiente: preservação e ações sustentáveis*”, essa categoria com enfoque no CTSA, percebe-se que os educandos observaram e atuaram no meio ambiente de forma consciente, evitando impactos ambientais, citando ações de produção de adubo orgânico com uso de estrume e minhocas, para os alimentos ficarem mais saudáveis e nutritivos; limpeza do solo com reaproveitamento da matéria orgânica para produzir adubo sem atear fogo; além de citar técnicas de irrigação com materiais de baixo custo.

A última categoria criada foi a “*Tecnologia*”, através do projeto, os educandos mostraram como utilizar a tecnologia e materiais de baixo custo sem agredir o meio ambiente. Todos fizeram um sistema de irrigação automático usando o Arduino, uma proposta sustentável e que permitirá que o projeto se mantenha vivo. Mediante ao exposto, conclui-se que essas novas categorias apontam para os indícios de que houve aquisição de novos conceitos e conseqüentemente a aprendizagem significativa e crítica.

Atividade 5: Avaliação da proposta de ensino

Após a aplicação da avaliação final, fez-se uma avaliação da proposta deste projeto, buscando avaliar aos olhos dos educandos a metodologia aplicada. A avaliação da Sequência

Didática pelos protagonistas do processo é fundamental para que possa repensar os pontos negativos da SD elaborada.

A primeira pergunta: *“Você gostou de participar do projeto? Justifique sua resposta.* Esta pergunta relacionada com a satisfação dos educandos em ter participado do projeto e destacar o que foi mais relevante. Dos 12 participantes, todos responderam que gostaram de participar do trabalho de pesquisa. A seguir destacarei o que cada um achou relevante por meio dos recortes realizados dos questionários (Quadro 09).

Quadro 09 – Respostas do nível de satisfação dos educandos

EUCANDOS	NÍVEL DE SATISFAÇÃO
<i>A</i>	<i>“Maneira diversificada e diferente de abordar o conteúdo”.</i>
<i>B</i>	<i>“Achei longo demais, mas as atividades eram muito boas”.</i>
<i>C</i>	<i>“Gostei de tudo”.</i>
<i>D</i>	<i>“Tudo, principalmente os jogos”.</i>
<i>E</i>	<i>“Gostei bastante desse projeto foi uma forma bem diversificada de interagir com o educador, como gostei bastante.”</i>
<i>F</i>	<i>“Gostei muita da explicação e de fazer desenho e história em quadrinhos.”</i>
<i>G</i>	<i>“Tudo muito interessante.”</i>
<i>H</i>	<i>“Gostei de tudo.”</i>
<i>I</i>	<i>“Eu gostei até certo ponto, mas comecei a me desanimar e não gostei mais.”</i>
<i>J</i>	<i>“Gostei dos jogos, fica mais fácil de aprender.”</i>
<i>K</i>	<i>“Aprendi muito, achei muito divertido.”</i>
<i>L</i>	<i>“Embora não pudesse acessar por falta de internet, mas os dias que participei foi muito interessante.”</i>

Fonte: Elaboração própria

A segunda questão *“Você teve dificuldade em participar das aulas online? Por quê?”* Dois educandos responderam que tiveram dificuldade de acesso a internet e por isso tiveram pouca participação nas atividades e o desempenho não foi tão satisfatório.

Em relação a terceira questão *“Abaixo, comente alguma atividade (online) que mais gostou. Se houver, é claro!”.* Foi realizado recortes da atividade que os educandos mais gostaram a seguir (Quadro 10).

Quadro 10 – Respostas do nível de satisfação em relação as atividades propostas na SD

EDUCANDOS	NÍVEL DE SATISFAÇÃO
<i>A</i>	<i>“O Plickers”.</i>
<i>B</i>	<i>“Gostei de plantar”.</i>
<i>C</i>	<i>“Show do Milhão”.</i>
<i>D</i>	<i>“Show do Milhão”.</i>
<i>E</i>	<i>“Gostei mais do joguinho que fizemos na sala de aula, tinha até tempo para responder, muito divertido”.</i>

F	<i>“Gostei de fazer a horta”</i>
G	<i>“Gostei muito das atividades da fotossíntese.”</i>
H	<i>“Gostei do jogo do milhão.”</i>
I	<i>“De fazer as tirinhas da fotossíntese e do show do milhão”</i>
J	<i>“Gostei do Show do milhão.”</i>
K	<i>“ A aula que contamos sobre a rua quente e o ovo fritando nela.”</i>
L	<i>“Não lembro.”</i>

Fonte: Elaboração própria

A quarta questão pretendeu-se investigar ainda o grau de satisfação pelas dinâmicas propostas para o estudo do conteúdo, oito educandos assinalaram que foi *uma maneira diferente, que ajudou a entender e aprender de uma forma dinâmica e divertida*, dois educandos assinalaram que *era uma maneira diferente e interessante, mas que não me ajudou a entender melhor, por isso prefiro aulas presenciais e com explicações no quadro* e dois educando assinalaram que *as aulas tiveram muitas atividades diferente e interessante que me ajudou a entender um pouco melhor, mas que demorou muito*.

Quinta questão *“Você acha que o projeto te ajudou a mudar alguns hábitos alimentares? Por quê?”* Em relação a mudança de hábitos alimentares associado ao desenvolvimento do projeto, a grande maioria dos educandos, embora tivessem a ciência do valor nutricional dos cultivos orgânicos, um não gosta de verduras e legumes; um educando relatou que não participou direito para opinar e um educando disse que está tentando se alimentar melhor.

A última investigação referente a contribuição do desenvolvimento do projeto em mudança de postura em relação ao meio ambiente (Quadro 11).

Quadro 11 – Investigação em relação a mudança de postura em relação ao ambiente

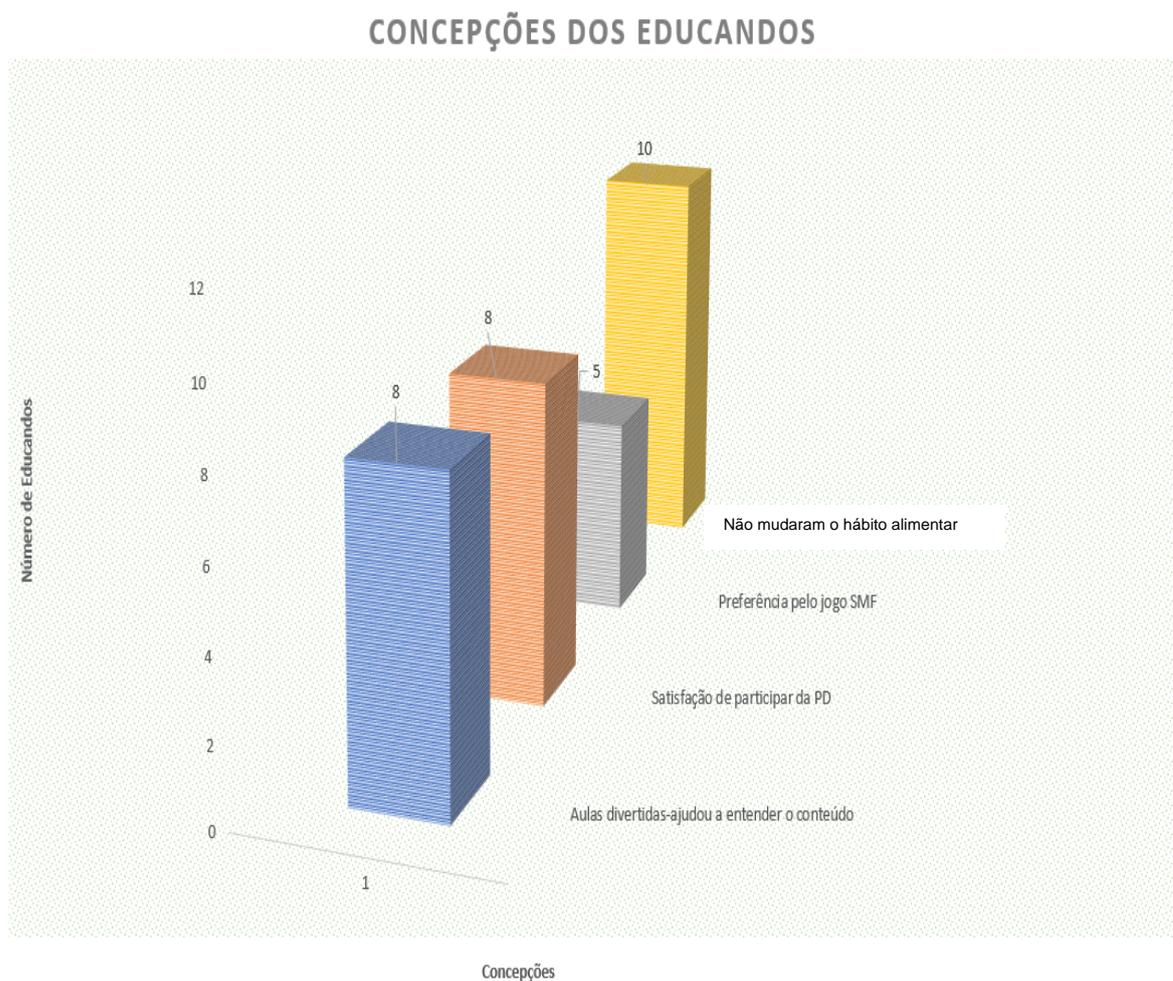
EUCANDOS	NÍVEL DE SATISFAÇÃO
A	<i>“Ter cuidado com o meio ambiente””.</i>
B	<i>“Gostei de plantar”.</i>
C	<i>“Produzir o próprio alimento.”.</i>
D	<i>“Gosto de plantar e aprendi a gostar de alimentos nutritivos”.</i>
E	<i>“Teve uma parte em especial que prestei muita atenção em relação ao efeito estufa. Depois de todas as explicações de como os desmatamentos e as queimadas prejudicam o meio ambiente. Dessa maneira me fez pensar que se continuar assim, podemos ter grandes problemas no futuro, mas as pessoas não se importam muito com isso e não procuram ficar informados sobre esses assuntos ”.</i>
F	<i>“Ser cuidadoso com o ambiente”</i>
G	<i>“Saber mais sobre a fotossíntese e saber mais sobre os vegetais.”</i>
H	<i>“Sim.”</i>
I	<i>“Ter cuidado com as plantas e dar mais valor ao meio ambiente”</i>

J	<i>“Plantar mais.”</i>
K	<i>“Eu cuido melhor das minhas plantas.”</i>
L	<i>“Aprendi sobre hortas.”</i>

Fonte: Elaboração própria

As concepções dos educandos referentes à Proposta Didática se encontram expressas a seguir (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Concepções dos educandos referentes à PD



Fonte: Elaboração própria

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal objetivo *investigar as contribuições para aprendizagem significativa crítica, de uma Sequência Didática com foco CTSA, para o estudo da temática Energia em nível Fundamental II e no contexto da construção colaborativa de uma horta escolar automatizada*. Para atingir esse objetivo foi utilizada uma SD investigativa buscando estudar o conceito de Energia no Contexto de uma Horta Automatizada pautada nos princípios da TAS (AUSUBEL, 1968) e da TASC (MOREIRA, 2000).

Esta SD foi elaborada e programada para aplicação numa escola estadual para quarenta educandos do 9º ano do Ensino Fundamental, com uma abordagem do conteúdo Energia contemplando as competências e habilidades da unidade Matéria e Energia da BNCC (BRASIL, 2017). Porém a pandemia *Covid-19* /2020, exigiu isolamento social o que impossibilitou a aplicação de forma presencial. Desta forma, esta sequência foi reestruturada, com a previsão de um encontro presencial, para o plantio dos cultivos na escola com as devidas autorizações dos responsáveis e um encontro com uma dupla para implantação do sistema de irrigação automática.

Apesar das dificuldades impostas pela pandemia Covid-19, a participação de doze educandos foi ativa de forma a se tornarem protagonista do projeto. Percebeu-se que a motivação dos educandos em construir conceitos por meio das atividades investigativas propostas, foi um dos pontos altos desta aplicação, sendo um dos indicadores para iniciar o letramento científico, incentivado pela abordagem CTSA e segundo preconiza a BNCC (BRASIL, 2017). Todo esse processo deve acontecer durante o Ensino Fundamental.

A escola desempenha um papel importante na disseminação da Educação e através desta pesquisa trabalhou-se a SD de forma tornar o aprendizado significativo e crítico. Neste propósito, escolheu-se contextualizar a SD levando em consideração a realidade do educando para que o material fosse potencialmente significativo despertando o desejo dos educandos em aprender, atuando no meio ambiente, modificando suas posturas, desenvolvendo atitudes sustentáveis e se tornando um cidadão crítico.

No ambiente escolar, várias tentativas de construção de horta têm fracassado devido à falta de irrigação dos vegetais durante o recesso escolar e as férias coletivas. Com intuito de sanar as dificuldades apontadas, automatizou a horta com projeto elaborado por duas educandas, utilizando a tecnologia do Arduino e materiais de baixo custo.

As produções dos educandos ao longo do desenvolvimento deste projeto foram realizadas nos celulares dos mesmos. Utilizaram aplicativos de fácil compreensão e de linguagem acessível para realizarem as atividades se, as quais se mostraram contextualizadas e com estética exemplar.

Os instrumentos de coleta de dados foram analisados qualitativamente pelo método de análise de currículo de Bardin (2011) e o paradigma interpretativo de Viana (2014), para analisar as histórias em quadrinhos e Luquet (1969), para análise dos desenhos e *folder*. Ainda utilizou representação gráfica para análise dos jogos de pergunta e resposta.

Por meio do questionário de levantamento prévio, verificou-se que os educandos pouco sabiam sobre os conceitos trabalhados no fenômeno da fotossíntese. Eles não associavam a fotossíntese a síntese de matéria orgânica (glicose), tão pouco sabiam sobre a fonte primária de energia, propagação de calor, efeito estufa, reaproveitamento da matéria orgânica, forma e fonte de energia envolvidos no fenômeno.

Os onze momentos da SD foram aplicados buscando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora da TAS (AUSUBEL, 1968), possibilitando aos educandos construir novos conceitos, associando aos presentes nas suas estruturas cognitivas. Para consolidar esses conceitos foram propostas pelo mediador do processo, algumas atividades lúdicas, simuladores e vídeos.

O desenvolvimento desta SD foi marcado por alguns pontos negativos como a dificuldade financeira da maioria dos alunos, uma vez que além de serem de comunidades carentes, tiveram que lidar com os problemas impostos pela pandemia de Covid-19. Isso limitou a participação nas aulas dos quarenta educandos matriculados na turma, apenas dezesseis se mostraram desejosos e em condições financeiras de ter acesso à internet e participar da pesquisa e deste, doze participaram de todos os momentos propostos nesta SD. A aula de campo foi outro ponto negativo em relação à condução dos educandos ao espaço escolar, alguns pais não tiveram disponibilidade financeira de conduzir o filho até a escola, houve relato de um responsável de vir com o educando caminhando por alguns quilômetros para permitir a participação deste na construção da HE.

Outro ponto negativo foi em relação a execução dos experimentos que aconteceram de forma demonstrativa por meio de vídeos ou pela pesquisadora/professora no seu ambiente de casa sendo acompanhado pelos educandos de forma *online*, o que gerou dúvidas na hora relatar o passo a passo do experimento.

Apesar de todos os pontos negativos, destaca-se como ponto positivo marcante, que tornou possível o desenvolvimento do projeto, o apoio incondicional da direção. Esta preparou os canteiros, comprou materiais para dar suporte ao plantio e irrigação como instrumentos de jardinagem, minhocas, estrutura para produção de *húmus*, fornecimento de materiais de higiene de uso individual como máscara e álcool em gel.

Apesar de toda aplicação ter sido realizada de forma remota, com a participação síncrona dos alunos e com acesso ao material disponibilizado para estudo, alguns abandonaram as aulas, fato atribuído a dificuldades financeiras dos mesmos.

Durante a aplicação da SD pôde-se observar a mudança de comportamento dos educandos no que se refere a seu envolvimento, criticidade e participação. A construção da horta foi de extrema relevância para essa mudança. No que se refere a aprendizagem, por verbalizações como exemplificadas a seguir, pode-se fundamentar que os conceitos ganharam mais sentidos. Tais argumentos mostram o emprego de conhecimento relacionado ao contexto social.

A SD apresentou um universo em que eles puderam fazer suas próprias descobertas, interagindo uns com os outros, mesmo de forma remota e permitindo que aprendessem a lidar com os próprios erros e limites, construindo a ideia de que as falhas e as limitações fazem parte do processo, sendo possível seguir em frente e elevando sua autoestima. Algumas declarações podem confirmar essa constatação:

No que se referem aos instrumentos utilizados, os jogos *online*, usados para avaliação, despertaram a motivação dos educandos e o desejo de aprender. Com exceção de um educando, que não conseguia acessar as aulas, todos os outros tiveram aproveitamento acima de 60% nas atividades avaliativas.

Em relação a execução do projeto de irrigação escolhido, a dupla que se destacou como melhor projeto, propôs o uso de doze garrafas para acoplar as mangueiras de irrigação. Esse processo, apesar de mostrar a proatividade dos alunos, conduziu também à conclusão deles mesmos de que a pressão da água dentro das garrafas diminuísse, encharcando o solo. Esse foi um ponto muito positivo da pesquisa. As alunas puderam relatar as dificuldades na apresentação para o restante do grupo, mostrando a busca por outras soluções. Toda essa problemática esteve conectada com a abordagem CTSA.

A investigação mostrou que o sistema de irrigação com 12 garrafas não funciona bem, pois a pressão da água dentro das garrafas não foi suficiente para a água jorrar e molhar todos os cultivos, desta forma ocorreu que nos canteiros perto da mangueira a água saia e empoçava

enxarcando o solo e após a observação das autoras do projeto, elas propuseram refazer e colocar apenas uma garrafa e com isso foi possível validar o projeto porque a água exerceu uma pressão no interior da garrafa pet suficiente para esguichar e irrigar todos os canteiros. Desta forma, no material final (Produto Educacional) foi salientado tal dificuldade e proposto a correta utilização para fins de irrigação.

Outro ponto a se destacar se refere ao uso da tecnologia. O Arduino é conectado a um sensor de umidade, o qual não deve ser feito de material que favorece à corrosão, para que não ocorra a oxidação e queima com um mês de uso.

As atividades deste projeto visaram também despertar o “espírito empreendedor” e a mudança de comportamento frente aos problemas ambientais. Promover condutas sustentáveis, que motivem ao empreendedorismo. Isso pode ser observado nas respostas dadas em relação a SD, exemplificadas a seguir:

Com a pesquisa descobriu-se que é possível uma formação, na qual os educandos são preparados para serem pessoas reflexivas sobre sua própria ação, críticas sobre o que fazer com o que aprendem. Educandos que, mesmo sendo oriundos de escola pública da periferia, demonstraram interesse e capacidade para promover mudanças de sua realidade cultural, social e educacional. Vale ressaltar que essa SD foi aplicada na forma remota e resultou na elaboração de um Produto Educacional que servirá de suporte para os educadores que se interessarem em desenvolver um projeto interdisciplinar abordando a temática Energia no contexto da construção de uma Horta Automatizada pautada nos princípios da TASC e com ênfase no CTSA. As análises dos instrumentos de coletas de dados mostraram que os conceitos de calor, temperatura, propagação de calor, reações químicas, fases da fotossíntese, fontes e formas de energia, mudanças climáticas foram satisfatórias mostrando indícios de uma aprendizagem significativa e crítica.

Por fim, acredita-se que o material elaborado na pesquisa, o Produto Educacional, poderá auxiliar professores do Ensino Fundamental a trabalhar o conceito de Energia, bem como outros conceitos, de uma forma a se motivar à aprendizagem significativa crítica, bem como elevar a autoestima dos educandos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. T.; FERREIRA, A. R. T.; RODRIGUES, E. C.; SILVA, R. S. F.; FRANCISCATO, R. M. Irrigação Automatizada em Pequena escala na Amazônia: desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para APAE de Alta Floresta D'Oeste/RO. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, Curitiba/PR: UFPR, v. 7, n. 4, 2018.
- ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. 2. ed. São Paulo: Editora Papirus, 2001. p. 1, 17-18.
- ANDRELLA, G. C.; SANTOS, V. C.; COSTA, L. O.; REBUSTINI, M. E. Horta escolar como instrumento educacional. *Revista Interdisciplinar de Educação do Campus de Três Lagoas*, v. 1, 2016.
- ANJOS, dos Joézio Luiz; ANDRADE, Luiza N. Tabosa. *Produção de Húmus com Resíduos Orgânicos Domiciliares*. Embrapa, p. 9, 2008. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2008/Doc-126.pdf>.
- ARAGÃO, Raimundo Freitas; SILVA, Nubélia Moreira da. *A Observação como Prática Pedagógica no Ensino de Geografia*. Fortaleza: Geosaberes, 2012. p. 50.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick e outros. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 4.
- AUSUBEL, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- BANZI, M.; SHILOH, M. *Primeiros Passos com o Arduino*. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011. p. 15; 103; 117; 384-385; 735.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo* (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trans.). Lisboa: Edições 70. (Obra original publicada em 1977), 2006. p. 103-117.
- BEAR, R.; RINTOUL, D.; SNYDER, B.; CALDAS, M. S.; HERREN, C.; HORNE, E. *Principles of Biology*. Creative Commons Attribution License 4. Collection. Kansas State University. Kansas, EUA, 2016. p. 51-58; 305-350; 367-372; 519-532. Disponível em: <<https://cnx.org/contents/24nI-KJ8@24.1:ySSSOHNm@5/Studio-Biology-What-is-it>>.
- BELTRAME, M.; PARANHOS, A.; VECHIA, D. Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. *XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação* – Universidade do Vale do Paraíba, São Paulo, 2018.

BOGDAN, R. C.; BILKEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria aos métodos*. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994, p. 337.

BRASIL. Conheça a Agenda 2030. Plataforma Agenda 2030, Governo Federal, 2020. Disponível: < <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>>. Acesso 20/12/2020.

BRASIL. Diário Oficial da Presidência da República – Lei nº 13979. Governo Federal decreta estado de emergência para conter coronavírus no Brasil. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/113979.htm>, 02/2020.

BRASIL. Diário Oficial da Presidência da República – Resolução nº 189/2007, art 6. Orientações relacionadas ao Ensino Remoto da pós-graduação *Stricto Sensu*. Governo Federal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/113979.htm>, 02/2020.

BRASIL. Ministério da Educação. INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Educasenso. Brasília: Ministério da Educação, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEB, 2017. p. 16; 345-352.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação Geral de Educação Ambiental. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. *Programa nacional de educação ambiental - ProNEA*. - 3. ed. - Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 102, 2005.

CAMPOS, T. T. Aprenda como fazer horta medicinal em casa. *Ciclo Vivo Por Um Mundo Melhor*, 2017. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/horta/aprenda-como-fazer-uma-horta-medicinal-em-casa/>>.

CAMARGO, L. da S.; CAMARGO, M. da S.; CAMARGO, S. da S. *Smart Irrigation – uma proposta para o uso eficiente da água em hortas escolares*. In: CONGRESSO ARGENTINO DE AGROINFORMÁTICA, 5. ed. 2018.

COHEN, Marleine. Educandos no centro do conhecimento. *Revista Ensino Superior*. 2017. Disponível em: <<https://www.revistaeducacao.com.br/foco-no-educando/>>.

Crie tiririnhas online com o Canva. Disponível em: < https://www.canva.com/pt_br/criar/tirinhas/>, 2020.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

10 Modelos de folder prontos para você editar e impressionar. Disponível em: < https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/> , 2020.

DUARTE, M. L. B. A concepção de “realismo” em Georges-Henri Luquet. *16º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisadores de Artes Plásticas Dinâmicas Epistemológicas em Artes Visuais – 24 a 28 de setembro de 2007 – Florianópolis*.

EURYDICE. *Science education in Europe: national policies, practices and research*. Brussels: Eacea, 2011. Disponível em: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf>. Acesso em: julho, 2019.

FERNANDES, I. M.; PIRES, D.; DELGADO I.; IGLESIAS, J. *Integração de conteúdos CTSA no currículo e nos manuais escolares portugueses de ciências do 2º CEB: que relação de continuidade/descontinuidade?*. Aveiro, PT: Indagatio Didactica, v. 8, n. 1, 2017. p. 1001.

FERREIRO, E.; TEBEROSKY A. *A Psicogênese da língua escrita*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

FERREIRO, Emília. *Reflexões sobre alfabetização*. São Paulo: Cortez, 1985.

FINKEL, D. *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publications de la Universitat de Valencia. Tradução para o espanhol do original Teaching with your mouth shut, 2000.

Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus). Disponível em:<https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875>. OPAM – Organização Pan-Americana de Saúde/Brasil 26 de abril de 2020.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. 27. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GANDRA, A. *Agência Brasil*. Rio de Janeiro adia retorno das aulas e adota ensino no formato online. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-03/rio-de-janeiro-adia-retorno-das-aulas-e-adota-ensino-no-formato-online>>. Rio de Janeiro/RJ,24/03/2020.

GOWIN, D. B. *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

HEWITT, P. G.; RICCI, F. T. (tradução). *Física conceitual*, 12. ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2015. p. 113-114; 117-118; 285-287; 302-309.

LOPES, M. da G. *Jogos na Educação: criar, fazer e jogar*. São Paulo: Cortez, 2001. p. 23; 735.

LUQUET, G. H. *O desenho infantil*. Porto: Ed. Do Minho, 1969.

MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. *Irrigação e Drenagem*. Instituto de Tecnologia-Departamento de Engenharia. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, abril, 2011. p.11.

LIMA, L. A. A representação das múltiplas dimensões paradigmáticas no estudo da administração: um ensaio sobre os limites contidos nas defesas paradigmáticas excludentes. *Revista de Administração Contemporânea*, vol. 15, nº 2, Curitiba, 2011.

MARTINS, P. I. Revisitando orientações CTS|CTSA na educação e no ensino das ciências. *Revista APEduc Journal*. CIDTFF& Universidade de Aveiro. Portugal, p. 21, 2020. Acesso: <<https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63/1>>.

MOREIRA, M.A. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*. v. 9, n. 1, 1979. p. 276. Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/bjp/download/v09/v09a19.pdf>>.

MOREIRA, M.A. Abandono da Narrativa, Ensino Centrado no Educando e Aprender a Aprender Criticamente. *Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (REMPEC) - Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 4, n. 1, p. 2-17, abril 2011.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre, RS: UFRGS, p. 2-3; 6-21, 2000.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. *Textos de apoio ao Educador de Física*, v. 24, n. 6, Porto Alegre/RS: UFRGS, 2013. p. 28.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. *Revista Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 3, 2011. p. 161.

MOREIRA, M.A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro. 2010. p. 2.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora, v. 1, n. 1, 2008. p. 23.

MOREIRA, M. A.; ROSA, R. S. Paulo. *Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos*. Subsídios Metodológicos para o Educador Pesquisador em Ensino de Ciências. Porto Alegre: UFRGS, p. 7-16, 2016. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios11.pdf>>

MORGADO, F. S.; SANTOS, M. A. A. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. *Extensio: Revista eletrônica de Extensão*, Florianópolis: UFSC, v. 5, n. 6, 2008. p. 45.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p. 1996.

OLIVEIRA, R. J. de; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. *Química Nova na Escola*, nº 8, nov, 1998.

Organização Mundial de Saúde declara pandemia do novo Coronavírus. Disponível em: <<https://www.unasus.gov.br/noticia/organizacao-mundial-de-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>> *March 11, 2020. Uma-Sus- Brasil*.

PAGEL, U. R.; CAMPOS, L. M.; BATITUCCI, M. C. P. Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, 2015. p. 22.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

Plickers is the free card activity your students will love. Join millions and play in your next lesson. What's the heaviest planet in our Solar System? Venus. Jupiter. Sign in · Plickers · Get Plickers Cards · Get Started. Disponível em: <<https://www.plickers.com/library>>, 2020.

POSTMAN, N. *The end of education: redefining the value of school*. New York: Vintage Books/RandomHouse, 1996.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co. 1969.

PRAXEDES, G.; JACQUES, V. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) realizado em Florianópolis, 8 de novembro de 2009. *Anais*. 2009.

Release your Unlimited Creativity with InShot. Disponível em: <<http://www.inshot.com/>>, 2020.

SANTAELLA, L.; GALA, A.; POLICARPO, C.; GAZONI, R. Desvelando a Internet das Coisas. *Revista GEMInIS*, v. 4, n. 2, p. 19-32, 2013. p. 26.

SANTOS E. B.; JUNIOR, G. N. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. *Tekhne e Logos*, Botucatu, SP, v. 4, n. 2, 2013. p. 8.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS numa perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte: UFMG, v. 2, n. 2, 2002. p. 4-5; 111-113

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, dez. 2018. p. 1062.

SCHIEDECK, G; SCHWENGBER, J. E.; SHIAVON, G. A. GONÇALVES, M. M. Minhocultura: produção de húmus. 2. ed. *Revista e Ampliada*, Brasília, DF: Embrapa, 2014

SIQUEIRA, F. M. B.; AMORIM, F. D. A. S. A.; SOUZA, F. S. C.; SILVA, A. C. V.; MARTINS, M. E. P. Horta Escolar como Ferramenta de Educação Ambiental em uma

Escola Estadual no município de Várzea Grande – MT. In: *VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Campina Grande/PB, 2016. p. 1.

STURMAN, A. Case study methods. In Keeves, J. P. (Ed). *Educational research, methodology, and measurement. An international handbook*. Oxford, Pergamon Press, 1988.

VIANA, Nildo. As histórias em quadrinhos como forma de arte. *Revista Ciências Humanas*, vol. 4, num. 11, 2014.

VIANA, N. HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E MÉTODOS DE ANÁLISE. Dossiê em História em Quadrinhos. *Revista Temporis*. v.16, n.2 especial , p.41-60 (de 469), SP, 2016.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

ZUMDAHL, S. S., ZUMDAHL S. A. *Atomic Structure and Periodicity In Chemistry Boston, MA: Houghton Mifflin Company*. 6. ed. p. 94-290; 2003. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/9-ano/materia-e-energia-as-ondas/ondas-luz/a-a-luz-e-as-ondas-eletromagneticas>>.

O Ensino de Energia na Construção de uma Horta Automatizada



Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Renata Lacerda Caldas

Vantelfo Nunes Garcia

Sequência Didática Baseada no Estudo de Energia no Contexto de uma Horta Automatizada



APRESENTAÇÃO

Caro educador (a),

Este material foi preparado em forma de uma Sequência Didática, com o objetivo de facilitar o aprendizado de Ciências no 9º ano do ensino fundamental II. A temática deste trabalho é o estudo da “Energia no contexto de uma Horta Automatizada”.

A Sequência Didática aqui desenvolvida se apoia nos referenciais teóricos da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASC), nas habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no enfoque Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade (CTSA).

A SD está dividida em 11 momentos. Seguindo as orientações da TASC, a cada novo tema trabalhado nos momentos realiza-se uma revisão do tema anterior (reconciliação integradora), sendo também todas as temáticas diferenciadas progressivamente (diferenciação progressiva) em nível de complexidade (AUSUBEL, 1993, 2000).

Trabalhou-se ao longo da SD alguns princípios da TASC, no primeiro momento buscou-se investigar o conhecimento prévio dos educandos, e em toda a proposta estão presentes os princípios da interação social e do questionamento, princípio da não centralidade do livro texto, o princípio do abandono da narrativa e o princípio da não utilização do quadro de giz, (MOREIRA, 2000).

O diferencial desta SD está no princípio da interação social e do questionamento. Este consiste em aprender a aprender, propondo perguntas ao invés de dar respostas prontas. O enfoque é tornar o educando protagonista do processo de aprendizagem. A maioria dos momentos de aprendizagem é motivado por perguntas investigativas. O objetivo é despertar a curiosidade e estimular a busca de respostas às problemáticas levantadas pelo educador.

O papel do educador é ser o mediador. Ele dará subsídios para o educando se transformar em um indivíduo ativo, crítico, que atue na sociedade de uma forma sustentável. Ele não deve apresentar respostas prontas, mas em parceria, direcionar, mediar e orientar o educando a buscar melhores soluções.

Desta forma, as atividades propostas por meio de experimentos, vídeos, simuladores de fenômenos físicos e jogos *online* pretendem possibilitar a construção de conceitos significativos para o educando.

O foco deste ensino é o educando, protagonista de todo processo de construção do conhecimento dos conceitos da física e biologia vegetal, contextualizados na construção de uma horta automatizada.

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

CONTEÚDOS

- FOTOSSÍNTESE
- TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA
- PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR
- CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SOLO
- TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO
- FOTOSSÍNTESE (ANÁLISE DO FENÔMENO)
- IRRIGAÇÃO
- SOLO: CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SOLO
- IMPACTO AMBIENTAL: EFEITO ESTUFA E CHUVA ÁCIDA
- DEFINIÇÃO DE TEMPERATURA E CALOR
- FONTES E FORMA DE ENERGIA
- FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA
- VANTAGEM E DESVANTAGENS DAS FONTES DE ENERGIA
- NOÇÕES BÁSICAS SOBRE REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DO LIXO ORGÂNICO (ECOLOGIA)
- NOÇÕES BÁSICAS DE ELETRÔNICA
- SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA



SUMÁRIO

1. Proposta da Sequência Didática.....	180
2. Levantamento dos conhecimentos prévio.....	184
3. Introdução de conteúdo (problemática inicial).....	187
4. Revisando, enfatizando e avaliando.....	193
5. Conhecimentos para a construção de uma horta escolar.....	199
6. Construindo a horta (Aula de Campo).....	200
7. Relacionando conceitos.....	204
8. Relacionando conceitos sobre mudanças climáticas.....	210
9. Relacionando conceitos sobre reaproveitamento energético (problemática).....	213
10. Criando um sistema de irrigação autônoma (problemática).....	216
11. Implementando a irrigação por gotejamento.....	219
12. Avaliando a aprendizagem.....	220
13. Material do aluno.....	226
14. Referências	295

Este material foi pensado inicialmente para uma aplicação presencial em colégio estadual situado no município de Campos dos Goytacazes. Contudo, devido à pandemia mundial (BRASIL, 20) divulgada no início do ano (dia 30 de janeiro de 2020) e reconhecida em âmbito nacional pela portaria nº 188 de 03 de fevereiro de 2020. Por meio da resolução nº 189/2007 CEPEX art 6º prevê a execução das atividades remotas das teses no âmbito da pós-graduação stricto sensu por meio de atividades remotas, apoiadas por tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Com momentos de aprendizagem no formato *online*, será utilizada a plataforma *Google Classroom* como base para envio/recebimento de atividades, e para as orientações/aulas será utilizado o recurso de *webconferências*, via aplicativo *whatsapp/messenger*.

O Quadro 1 apresenta, de forma resumida, todos os momentos de aprendizagem desta Sequência Didática, os quais serão cuidadosamente discriminados em seguida.

Quadro 1 – Proposta de Proposta das Atividades

Nº Momentos	Proposta	Temáticas abordadas	TASC/CTSA (Princípios)
1º (2 aulas)	<p>Atividade 1: <u>Levantamento dos conhecimentos prévios</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionário de levantamento - Apresentação do protótipo da horta para reflexão <i>“Se você fosse construir uma horta, quais cuidados e conhecimentos deveria ter para a manutenção, irrigação e cultivo?”</i> - Orientação para seleção, preparo e plantio das mudas através dos vídeos: <ul style="list-style-type: none"> - Vídeo ⁷⁴ - Horta passo a passo; - Vídeo ⁷⁵ - Como construir um vaso auto irrigável. 	<p>Construção de uma horta.</p> <p>Todos os conceitos trabalhados no bimestre.</p>	<p>Conhecimento prévio; Preservação do meio ambiente; Sustentabilidade.</p>
2º (4 aulas)	<p>Atividade 2: <u>Problemática inicial (educandos em duplas)</u></p> <p><i>Qual o processo as plantas utilizam para obtenção de energia?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vídeo sobre experimento <i>Elódea</i>⁷⁶ - organizador prévio. - Vídeo sobre fotossíntese⁷⁷ - Exposição oral com <i>Power Point</i> 	<p>Fotossíntese;</p> <p>Transferência de energia;</p> <p>Propagação de calor.</p>	<p>Princípio da não utilização do quadro de giz; da não centralidade do livro texto; Uso da tecnologia; Ênfase na interação,</p>

⁷⁴ Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=0RthDFAR60w>>.

⁷⁵ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=iZVYm-ghVTA>> .

⁷⁶ Disponível < <https://www.youtube.com/watch?v=0B4-wUgPKd4>>.

⁷⁷ Disponível <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>.

	- Utilizando o aplicativo <i>Canva</i> ⁷⁸ - histórias em quadrinho “ <i>De que forma a planta produz seu alimento?</i> ”		criatividade do aluno.
3º (4 aulas)	Atividade 3: <u>Revisando, enfatizando e avaliando.</u> - Utilizar o simulador <i>Phet</i> ⁷⁹ para enfatizar os conceitos de fotossíntese e processo de propagação de calor. - Desenho do protótipo pelo aluno identificando a forma de energia, e transformações e propagação de calor que ocorre no protótipo da horta. - Jogo online “ <i>Show do Milhão</i> ” - <u>Tarefa para casa</u> : pesquisa sobre dois tipos de cultivos, seu valor nutricional e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, preparo do solo e tempo necessário para irrigação.	Transferência de energia; Propagação de calor.	Princípio da não utilização do quadro de giz; da não centralidade do livro texto; da consciência semântica. Uso da tecnologia.
4º (2 aulas)	Atividade 4: <u>Conhecimentos para a construção de uma horta escolar (dupla).</u> - Utilização do aplicativo <i>Inshot</i> ⁸⁰ . Cada dupla elabora e apresenta em forma de vídeo sua pesquisa.	Características gerais do solo; Técnicas de irrigação e cultivo.	Princípio do abandono da narrativa; da consciência semântica; do conhecimento como linguagem.
5º (4 aulas)	Atividade 5: <u>Construindo a horta (Aula de Campo).</u> - Atividade colaborativa para o plantio e construção da horta. - Montagem do sistema para produção de Produção de <i>húmus</i> .	Cuidado com o solo; Processo de adubação e irrigação; Plantio.	Sustentabilidade.
6º (4 aulas)	Atividade 6: <u>Relacionando conceitos.</u> - Vídeo sobre mudanças climáticas ⁸¹ . - Definição de calor e temperatura ⁸² <i>Phet</i> ⁸³ . - Experimento demonstrativo: efeitos da chuva ácida ⁸⁴ . - Elaboração de um folder pelo <i>Canva</i> ⁸⁵ .	Efeito estufa e chuva ácida.	Princípio da não utilização do quadro de giz; da interação social e questionamento; do conhecimento como linguagem.
7º (4 aulas)	Atividade 7: <u>Relacionando conceitos</u> <i>Será que o homem tem contribuído para mudanças climáticas</i>	Fontes e forma de energia;	Reflexões sobre o impacto ambiental;

⁷⁸ Aplicativo disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/criar/tirinhas/>.

⁷⁹ Disponível: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes> e < https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html>.

⁸⁰ Disponível: < https://play.google.com/store/apps/details?id=com.camerasideas.instashot&hl=pt_BR>

⁸¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Oe0npq64-LI>>.

⁸² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=plrzy3AjQT0>>.

⁸³ Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=pt_BR.

⁸⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4&t=168s> , 2018.

⁸⁵ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>./

	<p><i>no planeta?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva sobre fontes e forma de energia⁸⁶; - Pequenos vídeos⁸⁷ sobre mudanças climáticas; - Utilização do jogo <i>Plickers</i>⁸⁸ para a avaliação dos conceitos trabalhados (perguntas e respostas). 	Fontes alternativas de energia; Vantagem e desvantagens	Ênfase na interação e criatividade do aluno.
8º (4 aulas)	<p>Atividade 8: <u>Relacionando conceitos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Produção de papel semente: convites, embalagens, cartão visita e capas para agendas e cadernos. - Atividade colaborativa presencial. 	Reciclagem do lixo seco.	Princípio do aprendiz como perceptor Empreendedorismo Criatividade. Sustentabilidade.
9º (4 aulas)	<p>Atividade 9: <u>Criando sistema de irrigação autônoma.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de vídeo⁸⁹ sobre Arduino. - Criação do projeto de irrigação sem o Arduino.⁹⁰ - Elaboração de projetos (duplas). - Escolha do projeto com maior potencial de aplicação/praticidade para o contexto (baixo custo). 	Noções básicas de eletrônica; programação	Princípio da aprendizagem pelo erro. Criatividade. Uso da tecnologia.
10º (4 aulas)	<p>Atividade 10: <u>Implementando a irrigação por gotejamento.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Montagem do sistema de irrigação automatizada utilizando o Arduino (<u>Aula de Campo</u>). 	Sistema de irrigação automatizado	Princípio do abandono da narrativa. Economia energética.
11º (2 aulas)	<p>Atividade 11: <u>Avaliando a aprendizagem.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaplicação do questionário inicial. - Avaliação final sobre a SD. 	Todos os conceitos trabalhados no bimestre.	Princípio da aprendizagem pelo erro.

Fonte: Elaboração própria

⁸⁶Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

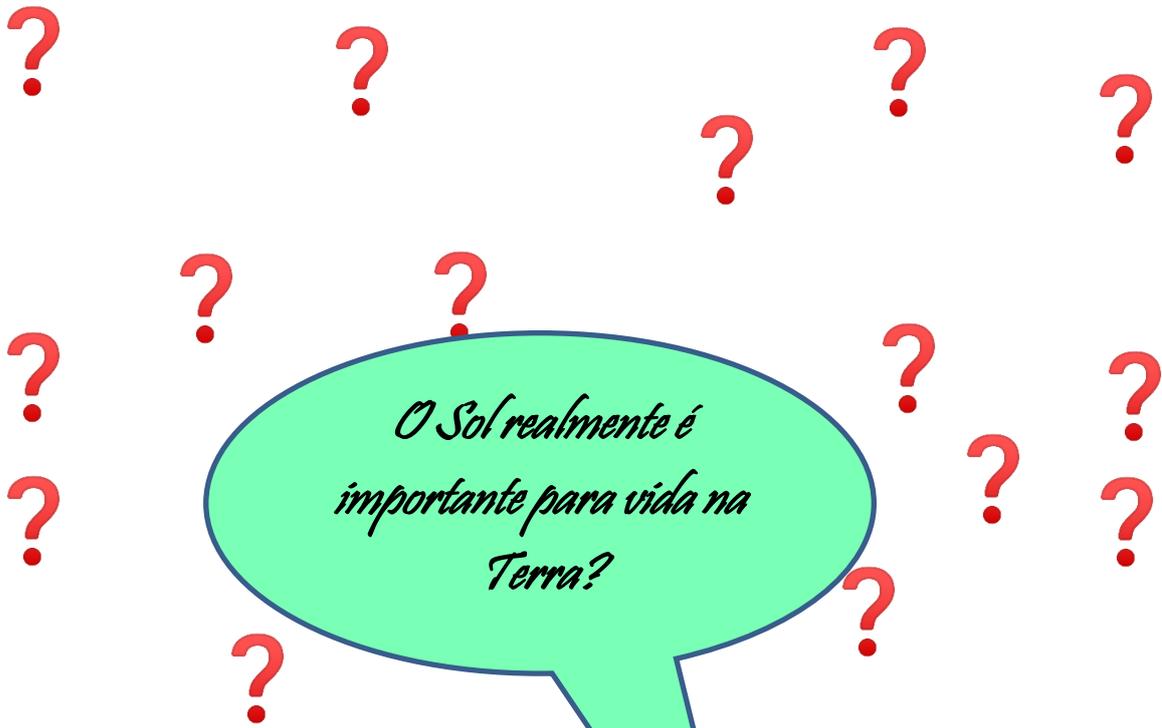
⁸⁷ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>.

⁸⁸ Disponível: <<https://www.plickers.com/library>>.

⁸⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_xRyePvaMqU>.

⁹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CrHJ4OQ6Sw>>.

VAMOS VIAJAR NO FANTÁSTICO MUNDO DA CIÊNCIA?



1. Levantamento dos conhecimentos prévios

- OBJETIVOS: Buscar o conhecimento prévio (*subsunçor*) sobre conceitos básicos de energia, suas formas, transformações e aplicações;
Instigar a elaboração de hipóteses.
- RECURSO TDIC: Sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*.
- ENFOQUE TASC/CTSA: Conhecimento prévio; Preservação do meio ambiente; Sustentabilidade.

Neste momento inicial será apresentada a proposta da SD e acordado critérios de avaliação diária, tais como a divisão da turma em duplas para realização de algumas atividades.

Após a apresentação da pesquisa será aplicado o questionário para investigação dos conhecimentos prévios dos educandos⁹¹(Figura 1). É importante ressaltar para os educandos que as perguntas são investigativas e devem ser respondidas com seriedade e sinceridade. Não deve haver preocupação com erros e acertos, pois ao longo do bimestre todos os conceitos serão abordados durante a aplicação da SD.

⁹¹ Subsunçor ou conhecimento prévio é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (AUSUBEL, 1968).

Figura 1 - Questionário do Conhecimento Prévio dos Educandos



Colégio Estadual José do Patrocínio
Disciplinas: Ciências da Natureza Ano: 9º 901/903
Nível de Ensino: EF
Professor (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar



Nome: _____

Ola galerinha, hoje estamos iniciando o 2º bimestre e com muitas novidades! Aproveitem, questionem e criem!

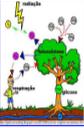


Questionário de Levantamento (Conhecimentos Prévios)

1- Imagine que sua turma fosse convidada para construir uma horta no colégio. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por que?



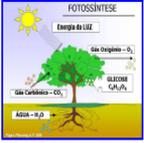
2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



3- Uma turma de uma escola se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas. Ajude-os a encontrar uma solução para limpar o terreno rápido e sem matar as minhocas? Isso seria possível!? Justifique sua resposta.



4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



5- Se você fosse escolher um dos modelos de horta abaixo (1 ou 2), para construir uma horta em nossa escola, qual delas escolheria? Leve em consideração o espaço disponível na sua escola e as condições necessárias para elaboração da horta idealizada por você? Justifique sua escolha.



1



2

6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e consequente morte?

7- O Sol realmente é importante para a vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

Após devolução do questionário pelos educandos, será abordado a necessidade de preparo, armazenamento de lixo orgânico e coleta de estrume de boi para produzir *húmus*. Cabe ao educador providenciar minhocas da espécie californiana⁹², pois são mais resistentes, para a montagem da minhocário.

Nesse momento também os educandos devem ser orientados às tarefas de casa:

3. Separar sementes oriundas de sua dieta diária (verduras e frutas de pequeno porte);
4. Plantar as sementes conforme orientam os vídeos: “- Horta passo a passo⁹³ e “Como construir um vaso auto irrigável⁹⁴”.

⁹² Minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia Foetida*) tem produtividade muito elevada na "fabricação" de húmus, além de ser bastante prolífica, reproduzindo-se com facilidade. Ela é resistente, forte, precoce e se adapta a uma grande variedade de solos e climas.

⁹³ Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=0RthDFAR60w>>.

184

5. Cada educando deverá acompanhar e postar as fotos do desenvolvimento de seus cultivos.

Paralelamente e em comum acordo com a equipe diretiva da escola, o educador deverá escolher o local e preparar os canteiros (solo) para o plantio e construção da horta (Figura 2).

Figura 2 - Construção dos canteiros no espaço escolar



Fonte: Elaboração própria

Ainda nesse primeiro momento, deve-se apresentar a foto do protótipo de uma horta (Figura 3) e a questão geradora de conflito para reflexão e discussão na próxima aula.

“Se você fosse construir uma horta, quais cuidados e conhecimentos deveriam ter para a manutenção, irrigação e cultivo?”

Figura 3 – Protótipo da Horta



Fonte: Elaboração Própria

⁹⁴ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=iZVYm-ghVTA>>

2. Qual é o processo as plantas utilizam na obtenção de energia (problemática inicial)?

- OBJETIVOS: Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de fotossíntese e transferência de energia.
- RECURSO TDIC: As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*.
- ENFOQUE TASC/CTSA: Princípio da não utilização do quadro de giz; da não centralidade do livro texto; Uso da tecnologia; Ênfase na interação, criatividade do educando.

Apresentar o experimento *online* sobre a fotossíntese como um organizador prévio⁹⁵. O experimento simula o fenômeno da fotossíntese com os elementos necessários para produção de matéria orgânica (glicose) para conseqüente produção de energia⁹⁶, utilizando a planta aquática elódea (*Elodea canadense*) – Figura 4.

Figura 4- Planta aquática elódea (*Elodea canadense*)



Fonte:⁹⁷

⁹⁵ Organizador prévio são materiais introdutórios organizadores apresentados antes do material de aprendizagem em si destacando certos aspectos do assunto, e são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade servindo como ponte entre o que o aprendiz sabe e o que deve saber de forma a ter uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2008).

⁹⁶ Disponível :< <https://www.youtube.com/watch?v=0B4-wUgPKd4>>

⁹⁷ Imagem: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQVXN0vr6UIH2dKiYeVtQ9N_HOtebRphGoju--nW7sda5RrlPyN

O experimento pode ser realizado no laboratório de Ciências.

Materiais:

- Um *becker* (recipiente laboratorial de vidro / tamanho médio);
- um funil de vidro;
- um tubo de ensaio;
- um litro de água;
- 20g de bicarbonato de sódio (encontra-se em farmácia);
- uma luminária;
- um maço de *Elodea sp* (planta aquática – loja de peixes).

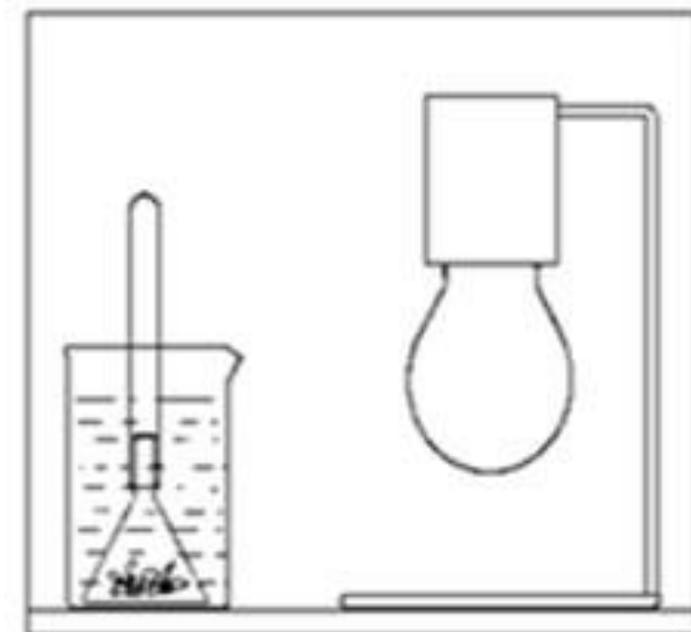
Procedimento:

- Colocar 1 colher de sopa de bicarbonato de sódio no meio do *becker*;
- Envolver com o funil a *elódea* e o bicarbonato de sódio;
- Despejar todo o volume de água no interior do *becker*;
- Tampar a outra extremidade do funil com o tubo de ensaio.

Observação:

- O sistema experimental montado no interior do *becker* não deve conter ar, devendo ficar totalmente imerso.
- Lateralmente ao *becker* (em seu exterior), deve ser posicionada uma luminária, mantendo a lâmpada acesa (Figura 5).

Figura 5 – Esquema do experimento da fotossíntese



Fonte: ⁹⁸

Análise:

⁹⁸ Imagem: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcRP5YtNsboQPr_I9h-AL4yfwSukD8oiJt1NimckNECZpNPisw7A

Transcorrido uns 30 minutos, será possível a observação de pequenas bolhas de ar (resultantes do processo fotossintético), aderidas na superfície interna do funil e do tubo de ensaio. O bicarbonato de sódio, em contato com a água, liberou gás carbônico que, junto com a água e a luz, foi usado pela planta para o processo da fotossíntese (Figura 6).

Figura 6- Experimento da fotossíntese



Fonte: Elaboração Própria

Em seguida, exibir o vídeo sobre fotossíntese com 8:44 min, abordando de forma clara e objetiva, os conceitos necessários para que os seres fotossintetizantes produzam matéria orgânica e explanando também a função ecológica do fenômeno (Figura 7). Disponibilizar para os educandos o *QR Code* do vídeo.

Figura 7 - Vídeo da Fotossíntese.



Fonte⁹⁹

Dando continuidade à aula, haverá a exposição do conteúdo no *Power Point*, sobre as fases da fotossíntese, dando ênfase aos conceitos envolvendo propagação de calor, fonte de energia, transformação de energia que ocorre ao longo do fenômeno biológico.

Ao posicionar o leitor de *QR Code*, você terá acesso a aula preparada em *Power Point* e apresentação na forma de vídeo aula (Figura 8).

Figura 8 - Aula sobre o fenômeno da fotossíntese



Fonte¹⁰⁰:

A FOTOSSÍNTESE E AS TROCAS GASOSAS

A energia na planta vem do fenômeno da *Fotossíntese*, termo, que se originou a partir da junção de duas outras palavras de origem grega: *phos*, que significa “luz”; e *synthesis*, que quer dizer “síntese”.

⁹⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>

¹⁰⁰ https://drive.google.com/file/d/18bqx9d5geSRqcYnc_qiN4uwHoBRwCVkb/view?usp=sharing

Alguns organismos vivos podem realizar a fotossíntese, enquanto outros não. Um *autotrófico* é um organismo que pode produzir seu próprio alimento. Autotrófico também é uma palavra de origem grega que significa *autos* = próprio e *trophos* = alimentar. As plantas são os autotróficos mais conhecidos, mas existem outros seres vivos como as bactérias e algas que apresentam as mesmas características nutricionais. As algas marinhas são responsáveis pela contribuição de uma grande quantidade de alimentos e oxigênio para as cadeias alimentares. As plantas também são conhecidas como *fotoautotróficas*, um tipo de autotrófico que usa luz solar e o carbono do dióxido de carbono para sintetizar energia química na forma de carboidratos. Todos os organismos fotossintetizantes são dependentes da luz solar para produzir matéria orgânica.

A luz do sol é a fonte primária de energia responsável pela vida no planeta. Ao pararmos para pensar tudo que fazemos no planeta depende dessa energia. A luz pode viajar mudar de forma e ser aproveitada para realizar o trabalho. No caso da fotossíntese, a energia luminosa é convertida em energia química, e os *fotoautotróficos* utilizam essa energia para produzir moléculas de carboidratos.

Os *fotoautotróficos* capturam a energia luminosa do sol, transformando-a em energia química que é usada para sintetizar moléculas de alimentos.

O sol emite uma quantidade enorme de radiação eletromagnética conhecida como energia radiante. Os seres humanos podem ver apenas uma fração dessa energia, essa faixa visível ao olho humano é denominada "luz visível". A maneira pela qual a energia solar viaja até nós, é descrita como radiação eletromagnética. Pelo fenômeno da fotossíntese, os seres fotossintetizantes também liberam oxigênio que é lançado na atmosfera. Desta forma, dependemos desses organismos que realizam a fotossíntese para comer e respirar.

A energia oriunda da fotossíntese entra nos ecossistemas do nosso planeta continuamente e é transferida de um organismo para outro até quase toda a energia produzida seja transferida e liberada como energia térmica. O processo de fotossíntese fornece de forma direta e indireta, a maior parte da energia necessária para a vida dos seres vivos na Terra.

Pelo fenômeno da fotossíntese, os seres fotossintetizantes também liberam oxigênio que é lançado na atmosfera. Desta forma, dependemos desses organismos que realizam a fotossíntese para comer e respirar.

Os organismos autotróficos absorvem a energia da luz para produzir carboidratos nos cloroplastos, local onde ocorre as reações químicas para produção de matéria orgânica e pela respiração celular aeróbica, esses seres liberam energia usando o oxigênio para absorver o metabolismo dos carboidratos no citoplasma e nas mitocôndrias, utilizando cadeias de transporte de elétrons para capturar a energia necessária na condução das reações químicas, pois necessitam dessa energia para decompor as moléculas de carboidratos. Esses dois processos, o da fotossíntese e da respiração celular, funcionam em harmonia biológica e cíclica para permitir que organismos obtenham a energia de sustentação da vida que se origina no sol, que se encontra a milhões de quilômetros de distância da Terra (BEAR; RINTOUL, 2016).

Em seguida, propõe-se que o educando compare o ambiente de uma horta (protótipo) e registre por meio de desenho os conceitos desenvolvidos nesta etapa.

Finalizando a etapa, terá uma atividade avaliativa utilizando o aplicativo *Canvas*¹⁰¹ (Apêndice A). Os educandos, em dupla, produzirão uma história em quadrinhos abordando os critérios a seguir:

- Criar um diálogo sobre a importância da fotossíntese para os seres vivos;
- Destacar a função da fotossíntese para o vegetal;
- Relacionar o experimento com processo da fotossíntese, destacando:
 - Fonte de energia: como o vegetal utiliza a fonte de energia para realizar o fenômeno?
 - Liberação de gás: associar as bolhas liberadas dentro do funil no experimento com a liberação de gás?
 - Relatar os fatores necessários para a realização da fotossíntese e comparar com os elementos (bicarbonato de sódio, *elódea*, água e luminária) utilizados no experimento.

¹⁰¹ Aplicativo disponível em:

https://www.canva.com/design/DAEAseHbBjI/m30mbuCT422K2eU8HsQwFg/edit?category=tACZCigycaA&utm_source=onboarding

3. Revisando aula anterior, enfatizando e avaliando (reconciliação integradora, diferenciação progressiva).

- **OBJETIVOS:** Avaliar o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos fotossíntese e transferência de energia.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*; simulador *Phet* e *Power Point*.
- **TASC/CTSA:** Princípio da não utilização do quadro de giz; da não centralidade do livro texto; da consciência semântica; Uso da tecnologia.

Utilizar o simulador *Phet* para trabalhar situações diferenciadas onde ocorre o processo de propagação de calor; formas de energia e transformações. Desta forma, é possível revisar os conceitos trabalhados na aula anterior e aprofundar os conceitos relacionados a formas, transformações de energia e propagação de calor que ocorrem no sistema de uma horta (protótipo).

Simulador *Phet* – FORMAS DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES

Por meio de exemplos simples como aquecer e resfriar o ferro, tijolo, água e azeite adicionar ou remover energia será possível observar como a energia é transferida entre os objetos (Figura 9).

Figura 9 - Formas de Energia e Transformações



Fonte¹⁰²

Simulador *Phet* – MOLÉCULAS E LUZ

¹⁰² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>.

Por meio do ajuste do controle deslizante da fonte de luz, observar de como diferentes moléculas reagem a diferentes fontes de luz. Pode-se explorar como a luz interage com as moléculas na atmosfera, identificar que a absorção da luz depende da molécula e do tipo de luz e identificar como a estrutura de uma molécula, como por exemplo, da clorofila *a* e *b*, afeta a forma como ela interage com a luz (Figura 10).

Figura 10 - Simulador de moléculas e luz



Fonte¹⁰³

Na fase clara, a luz penetra nos cloroplastos e atinge o complexo de pigmentos, ao mesmo tempo em que provoca alterações nas moléculas de água. A molécula de clorofila libera elétrons que são recolhidos por determinadas moléculas orgânicas chamadas receptores de elétrons retornando à clorofila. A clorofila ao ser atingida pela luz do Sol libera elétrons que são recolhidos por determinadas moléculas orgânicas, NADP que são receptores de elétrons, que os enviam a uma cadeia de citocromos substâncias associadas ao sistema fotossintetizante, quando os fótons dos elétrons atingem a clorofila, as moléculas de água são “quebradas”, fenômeno conhecido como “fotólise da água”, liberando prótons de hidrogênio (H⁺), elétrons (e⁻) e moléculas de oxigênio (O₂). Como resultado desta fase, além da produção de oxigênio, há a produção de ATP (BEAR; RINTOUL, 2016).

Finalizando esta etapa e para revisar todo conteúdo propõe o Show do Milhão da Fotossíntese¹⁰⁴ (atividade avaliativa). Esse jogo foi elaborado no *Power Point* (Figura 11) e é de autoria própria, tutorial de confecção do jogo (Apêndice B).

¹⁰³Disponível: < https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html>.

¹⁰⁴

Disponível: https://drive.google.com/file/d/1_NVNp580I9uPH1HC0Rom_fam4eB5VOV/view?usp=sharing.

Figura 11 – Slide com apresentação do jogo



Fonte:¹⁰⁵

Segue as perguntas com respectivas respostas do Jogo Show do Milhão da fotossíntese (Tabela 1).

Tabela 1- Show do Milhão da Fotossíntese.

<p>Qual é o nome dado à radiação emitidos pelo sol?</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Onda eletromagnética</p> <p><input type="radio"/> B- Energia solar</p> <p><input type="radio"/> C- Energia térmica</p> <p><input type="radio"/> D- Fótons</p>	<p>Qual é o nome dado as partículas que formam as ondas eletromagnéticas?</p> <p><input type="radio"/> A- Onda eletromagnética</p> <p><input type="radio"/> B- Energia solar</p> <p><input type="radio"/> C- Energia térmica</p> <p><input checked="" type="radio"/> D- Fótons</p>
<p>A luz que podemos enxergar apresenta diferentes tipos de radiação de frequência baixa e alta. São exemplos de radiações de ondas de comprimento curto e de alta frequência de energia sendo prejudiciais à saúde.</p> <p><input type="radio"/> A- Micro-ondas e rádio</p> <p><input checked="" type="radio"/> B- Raio X e raios ultravioletas (UV)</p> <p><input type="radio"/> C- Os raios ultravioletas (UV) e rádio</p> <p><input type="radio"/> D- Os raios ultravioletas (UV) e micro-ondas</p>	<p>Número de átomos existem na molécula de glicose $C_6H_{12}O_6$.</p> <p><input type="radio"/> A- 32.</p> <p><input type="radio"/> B- 36.</p> <p><input type="radio"/> C- 12.</p> <p><input checked="" type="radio"/> D- 24.</p>

¹⁰⁵https://drive.google.com/file/d/1_NVNp580I9uPH1HC0R-om_fam4eB5VOV/view?usp=sharing

<p>Qual é a fonte primária de energia necessária para acontecer a fotossíntese?</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Energia solar.</p> <p><input type="radio"/> B- Energia térmica.</p> <p><input type="radio"/> C- ATP.</p> <p><input type="radio"/> D- Energia Luminosa.</p>	<p>Nome dado a molécula produzida pelos fótons da energia solar que fica armazenada como se fosse dinheiro na poupança.</p> <p><input type="radio"/> A- Energia solar.</p> <p><input type="radio"/> B- Energia térmica.</p> <p><input checked="" type="radio"/> C- ATP.</p> <p><input type="radio"/> D- Energia Luminosa.</p>
<p>Em que circunstância acontece a fase escura da fotossíntese?</p> <p><input type="radio"/> A- Na presença da água.</p> <p><input type="radio"/> B- Na ausência da luz.</p> <p><input type="radio"/> C- Na presença da luz.</p> <p><input checked="" type="radio"/> D- Na presença da luz ou na ausência dela .</p>	<p>Função do fenômeno da fotossíntese para os vegetais.</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Produzir matéria orgânica.</p> <p><input type="radio"/> B- Produzir energia química.</p> <p><input type="radio"/> C- Produzir energia térmica.</p> <p><input type="radio"/> D- Produzir ATP.</p>
<p>Nome da substância composta pela fórmula química H₂O.</p> <p><input type="radio"/> A- Gás carbônico</p> <p><input type="radio"/> B- Gás oxigênio</p> <p><input checked="" type="radio"/> C- Água</p> <p><input type="radio"/> D- Glicose</p>	<p>Qual é o nome dado ao pigmento verde do vegetal?</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Clorofila</p> <p><input type="radio"/> B- Xantofila</p> <p><input type="radio"/> C- Celulose</p> <p><input type="radio"/> D- Glicose</p>
<p>Qual é a transformação de energia que ocorre no cloroplasto?</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Energia solar → energia química</p> <p><input type="radio"/> B- Energia térmica → energia química</p> <p><input type="radio"/> C- Energia química → energia térmica</p> <p><input type="radio"/> D- Energia solar → energia térmica</p>	<p>Nome dado ao gás que o vegetal utiliza para produção de matéria orgânica.</p> <p><input checked="" type="radio"/> A- Gás carbônico</p> <p><input type="radio"/> B- Gás oxigênio</p> <p><input type="radio"/> C- Água</p> <p><input type="radio"/> D- Clorofila</p>
<p>Qual é o comprimento de ondas que as moléculas de clorofila absorvem?</p> <p><input type="radio"/> A- Comprimento de ondas amarelo e vermelho.</p> <p><input type="radio"/> B- Onda eletromagnética de menor comprimento.</p> <p><input type="radio"/> C- Ondas eletromagnéticas de maior comprimento.</p> <p><input checked="" type="radio"/> D- Comprimento de ondas azul e vermelho.</p>	<p>Qual é o nome do gás utilizado pelos vegetais na produção de energia pelo fenômeno da respiração?</p> <p><input type="radio"/> A- Gás carbônico</p> <p><input checked="" type="radio"/> B- Gás oxigênio</p> <p><input type="radio"/> C- Água</p> <p><input type="radio"/> D- Glicose</p>

Fonte: Elaboração Própria

Regras do Jogo

A proposta é que a atividade seja postada e cada educando possa fazer na sua casa durante a aula no *Whatsapp* via *Messenger*.

Inicialmente cria-se critério com “zerinho ou um” ou lançamento de dados para ver quem iniciará o jogo. Logo após a definição da ordem para iniciar o jogo, o educando deverá clicar em iniciar e aparecerá uma pergunta que deverá analisar e responder. Vale ressaltar, que o educando deverá registrar no seu caderno de anotações da Horta Automatizada, confeccionado anteriormente, cada pergunta com sua respectiva resposta.

O próximo passo será responder clicando na opção que considera correta. Se opção marcada for a correta, ele avançará para a próxima pergunta automaticamente e ouvirá um incentivo da voz de certa a resposta, caso contrário, será disparada uma campainha sinalizado a resposta errada, desta forma ele permanecerá na mesma pergunta., dando a vez para outro colega que seguirá jogando até errar ou chegar ao pódio. O educador compartilha a tela também e direciona o educando que estiver na vez. Quando o primeiro educando alcançar o *pódio* termina-se o jogo, porém respeita-se o número de rodadas oportunizado a todos alcançarem o pódio.

Se o educando não alcançar ao *pódio* e não conseguir um rendimento maior que 50% de acertos, deve-se repetir o jogo.

O educador deve estimular aos educandos a estudarem e deste modo, atingir os objetivos propostos, para isto pode-se usar algum tipo de premiação que desperte a competição e o desejo de acertar, conseqüentemente, essa prática acarretará maior interesse pela aprendizagem.

Como sugestão, o educador poderá usar a (Tabela 2), como critério para premiação. A premiação deve ser divulgada antes do início do conteúdo, para que possam ficar atentos e tirar suas dúvidas quando houver. A escolha dos brindes fica a critério do educador.

Tabela 2 – Critérios para Premiação

Pontuação	Premiação
50% de acertos	1 bombom.
60%	1 bombom.
70%	1 bombom e 1 <i>spinner</i>
80%	2 bombons e 1 <i>spinner</i>
90%	3 bombons e 1 <i>spinner</i>
100%	1 caixa de bombom e 1 <i>spinner</i> .

Fonte: Elaboração própria

Ao término da atividade (jogo), o educador solicitará uma pesquisa, em forma de vídeo utilizando o aplicativo *Inshot*¹⁰⁶(Apêndice C), que será apresentada pelos educandos em dupla, sobre o cultivo, os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo necessário para irrigar os cultivos.

O educador estabelece alguns critérios para a realização da pesquisa tais como:

- Não utilizar rede sociais para pesquisar como: *facebook, instagram, Whatsapp*, entre outros;
- Não utilizar o site *Wikipédia*, que é um projeto de enciclopédia de licença livre, pois qualquer pessoa pode postar conteúdos com informações erradas;
- As pesquisas devem ser em sites confiáveis como MEC, revistas renomadas e artigos publicados, não se esqueça de orientar aos educandos para anotar as referências. Sugerir o navegador *google* acadêmico como filtro, pode ajudar na qualidade da pesquisa.
- A pesquisa deverá abordar dois tipos de cultivo, seu valor nutricional e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo necessário para irrigar os cultivos. Além do passo a passo de uma horta desde da preparação da semente até o plantio das mudas.

¹⁰⁶ é um aplicativo para android simples e de fácil utilização para edição de fotos e vídeos. Disponível em: <<https://inshot-editor.br.uptodown.com/android/download>> .

4. Conhecimentos para a construção de uma horta escolar (dupla).

- **OBJETIVOS:** Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre as características gerais do solo, substâncias necessárias ao desenvolvimento do cultivo e técnica de irrigação diária.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*.
- **TASC/CTSA:** Princípio do abandono da narrativa; da consciência semântica; do conhecimento como linguagem; Sustentabilidade.

Nesta etapa, os educandos apresentarão a pesquisa, em forma de vídeo utilizando o aplicativo *Inshot* (Apêndice C). Cabe ao educador organizar um quadro esquemático com as duplas com a identificação de cada cultivo que será plantado na escola e os devidos cuidados (Tabela 3). De posse da tabela no momento do plantio, o educador saberá orientar o educando para o plantio no canteiro respeitando as necessidades e características de cada cultivo. Deve-se combinar com os educandos para levarem para a escola, todo o material necessário para o plantio e preparo do solo na data combinada.

Tabela 3 – Informações das características do cultivo

Duplas	Cultivo	Sensibilidade ao Sol	Irrigação
A			
B			
C			
D			
E			

Fonte: Elaboração própria

5- Construindo nossa horta escolar (Aula de Campo).

- **OBJETIVOS:** Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências para construção de uma horta escolar.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*.
- **CTSA:** Princípio do abandono da narrativa; da consciência semântica; do conhecimento como linguagem; Sustentabilidade.

Neste momento deve-se realizar o plantio das mudas, produzidas pelos educandos em casa, no espaço escolar. O educador, por medida de segurança, deve dividir a turma que já está agrupada em duplas, em dois grupos para realização da aula de campo, além de estabelecer horários diferenciados para evitar aglomerações.

Devidamente de posse das informações sobre o cultivo de cada dupla, anotados durante a apresentação dos vídeos produzidos por eles sobre os cultivos escolhidos para o plantio, o educador deverá organizar a aula em duas partes.

A turma montará sob orientação do educador uma escala diária para irrigar e acompanhar o desenvolvimento dos cultivos e deverão apresentar de 15 em 15 dias o relatório com fotos, mostrando o progresso do desenvolvimento ou não do cultivo. Essa etapa, devido a pandemia causada pelo covid-19, será realizada por um funcionário da escola que encaminhará as fotos ao educador para que os educandos possam acompanhar o desenvolvimento de seus cultivos de suas próprias casas. Vale ressaltar também, que a direção providenciará a capina e o preparo de seis canteiros para que essa etapa se realizasse.

Cabe ao educador ainda, providenciar as minhocas californianas, bem como estrumes de boi e as três caixas plásticas para montagem do minhocário. As três caixas devem ser preparadas com realização de pequenos furos na parte inferior da caixa que ficará em cima, na tampa e na parte inferior da caixa que ficará no meio e no último compartimento coloca-se uma torneira para a retirada do biofertilizante. Deve-se solicitar a colaboração dos educandos para separar em suas casas o lixo seco (papel picado) e os restos orgânicos de vegetais (casca de frutas, verduras e legumes).

O primeiro grupo ficará responsável em preparar o húmus, cortando os restos orgânicos e picando o papel, além de realizar o plantio de suas mudas nos canteiros indicados pelo educador, de acordo com as características dos cultivos escolhidos pelos educandos.

Como mediador deste processo, o educador explicará para os dois grupos como ocorre a produção de nutrientes (*húmus*) a partir de estrume de boi seco, restos orgânicos de vegetais (casca de frutas, verduras e legumes), papel picado e minhocas californianas¹⁰⁷.

De posse de todo o material devidamente preparado, o segundo grupo além de fazer o plantio de suas mudas nos canteiro indicados pelo educador, misturará o estrume de boi com casca de verduras e legumes devidamente cortados, na proporção de um terço de papel por quantidade de matéria orgânica (pequenos pedaços), para facilitar a ingestão das minhocas.

A estrutura deverá ser montada obedecendo a ordem a seguir: no primeiro compartimento deve-se colocar as cascas de verduras e legumes e papel picados. No segundo compartimento, a mistura de matéria orgânica com o estrume de boi, além das minhocas. A matéria orgânica do primeiro compartimento servirá de reserva para as minhocas, que deverão migrar à medida que esses alimentos (restos orgânicos) forem consumidos pelas mesmas no compartimento do meio. No último compartimento ainda, deve-se colocar uma torneirinha para a retirada do líquido que será produzido durante o processo de decomposição do material orgânico (Figura 12).

Figura 12 – Produção de *húmus* foto atual



Fonte: Elaboração própria

¹⁰⁷ Conhecidas como Eisenia (gênero) fetida (espécie), essa espécie de minhoca contribui de forma significativa e eficaz para a compostagem doméstica.

Nesta técnica, normalmente produz o chorume que contamina os lençóis de água (SANTOS; JÚNIOR, 2013, p. 8), para corrigir esse impacto no ambiente, coloca-se papel picado que equilibra a quantidade de gás carbônico (CO₂) com a quantidade de nitrogênio (N₂), sendo este último proveniente da decomposição da matéria orgânica, produzindo desta forma biofertilizante que será reaproveitado na horta.

As composteiras é uma excelente ferramenta de redução do lixo orgânico pois o transforma em adubo, o que reduz significativamente a quantidade de resíduos orgânicos, que normalmente são encaminhados para os aterros sanitários, reduzindo desta forma, os impactos ambientais.

A compostagem com minhocas, deve-se observar alguns cuidados como controlar a temperatura e o excesso de umidade na composteira, que dificulta a locomoção das minhocas pois o composto fica escorregadio, influenciando na aeração do processo de compostagem. Já a temperatura é outro fator primordial para a eficácia da composteira – a temperatura ideal deve estar em torno de 22° C. Neste momento utiliza-se o termômetro para introduzir o conceito de propagação de calor - condução¹⁰⁸. Deve-se pedir aos educandos para medir a mistura de estrume de boi e restos orgânicos dentro do compartimento do meio para verificar a temperatura., explica-se que a ponta do termômetro formado de metal absorve o calor da mistura do estrume de boi com o restos orgânicos e conduz pelo processo de propagação de calor conhecido por condução para o metal líquido, mercúrio (Hg), para o interior do termômetro que determinará a temperatura deste material. Caso a temperatura esteja acima de 22^a, as minhocas morrem.. Segundo Campos (2020) as minhocas fogem por falta de comida e se a umidade estiver muito alta.

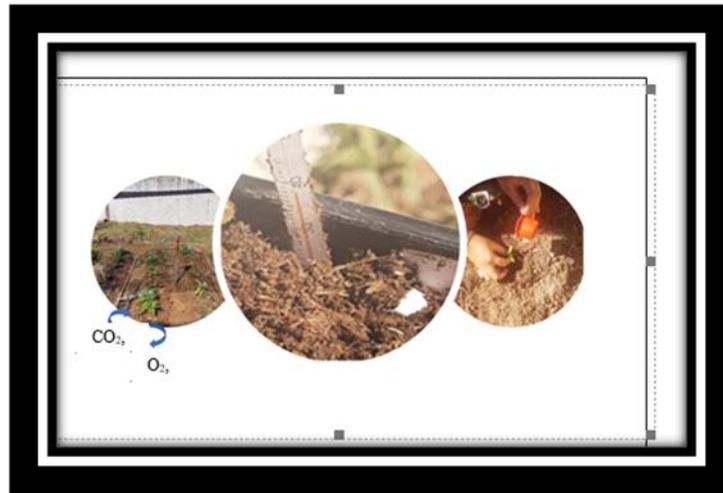
Após montagem do minhocário e plantio das mudas, utiliza-se o ambiente da horta para revisar os processos de propagação de calor (radiação, convecção e condução) que ocorre durante o desenvolvimento do cultivo no processo da fotossíntese.

Quando a luz do sol incide sobre os cultivos chama-se radiação, essa energia é absorvida pela clorofila que a transforma em energia química. Para realização da fotossíntese há a necessidade de entrada do gás carbônico -CO₂, isso ocorre quando o gás oxigênio-O₂ das folhas é aquecido saindo e o CO₂ do ar (mais frio), ocupa o seu

¹⁰⁸ Usando o conceito de temperatura, a região que estava com a maior temperatura esfria, enquanto a que estava com menor temperatura esquenta. Esse mecanismo de transmissão de energia (calor) é chamado de condução (HEWITT, 2015)

lugar (convecção) e por último, quando o metal presente na ponta do termômetro absorve o calor da mistura de estrume com restos orgânico(decomposição) e transmite para o metal líquido do interior do termômetro determinando a temperatura chama-se condução, Figura 13.

Figura 13 – Processo de propagação de calor



Fonte: Elaboração própria

6- Refletindo sobre os Impactos Ambientais causado pela queima de matéria orgânica (relacionando conceitos).

- OBJETIVOS: Relacionar conceitos de ciências com o aproveitamento energético dos restos orgânicos.
- RECURSO TDIC: As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger* e vídeos *online*.
- TASC/CTSA: Princípio da não utilização do quadro de giz; da interação social e questionamento; do conhecimento como linguagem; Reflexões sobre o impacto ambiental; Ênfase na interação e criatividade do educando.

Nesta etapa apresenta-se a imagem do ambiente próximo ao local aonde se plantou as mudas para discutir e ampliar os conceitos prévios dos educandos. A partir da situação geradora de conflito - folhas secas das árvores (Figura 14) - encontradas ao redor do espaço destinado a construção da horta, de forma a problematizar utilizando a pergunta geradora de um conflito: *O que fazer com essas folhas secas para limpar o solo?*

Figura 14 – Folhas secas ao redor da local da horta



Fonte: Elaboração própria

Neste ambiente geralmente é realizada a capina mensal e muitas vezes para se livrar dos resíduos da capina ateam fogo, além de usarem gasolina para o funcionamento da máquina.

Alguns questionamentos devem-se ser realizados em relação a essa prática:

- 1- *O procedimento de atear fogo nos restos orgânicos é a melhor maneira de se livrar desse lixo?*
- 2- *Esse procedimento pode causar algum dano que pode afetar ao ser humano e ao meio ambiente? Em caso afirmativo, fale sobre esses danos.*
- 3- *Existe outra forma de se livrar desse lixo? Em caso afirmativo, cite uma solução que não agrida o meio ambiente e nem o ser humano.*

O educador com o intuito de agregar novos conceitos aos conhecimentos preexistentes dos educandos e para ajudá-los a solucionar os questionamentos propostos trabalha-se os conceitos referentes a mudanças climáticas por meio do vídeo sobre Mudanças Climáticas (Figura 15).

Figura 15 – O que causa o aquecimento global



Fonte:¹⁰⁹

O vídeo de 3:45 min é uma animação do Jornal do Senado que explica o mecanismo que está provocando o aquecimento global, e faz uma reflexão sobre os maiores responsáveis pela emissão de poluentes na atmosfera e como minimizar os impactos causados no ambiente.

¹⁰⁹ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=Oe0npq64-LI>>, 2015.

Após exibição do vídeo, solicita-se que os educandos verbalizem as respostas dos questionamentos realizados sobre a problemática.

Dando prosseguimento a aula será exibido um vídeo de Thenório (2018). O experimento se refere a simulação da chuva ácida por meio da queima de combustíveis fósseis (enxofre) e os efeitos sobre os seres vivos utilizando uma rosa (Figura 16).

Figura 16 – Faça chuva ácida em casa



Fonte:¹¹⁰

O educador também pode realizar o experimento utilizando um suco de repolho roxo, vidro de maionese, uma colher de metal, uma rolha, uma vela, durepoxi e enxofre. Com esses materiais e seguindo o passo a passo a seguir, você poderá tornar sua aula mais interessante.

Em primeiro lugar, prepara-se o recipiente de vidro para realização do experimento (FONSECA, 20).

- 🌿 Faça um furo na tampa do recipiente de vidro da espessura de uma agulha grossa de forma que possa passar um arame;
- 🌿 Passe o arame pelo orifício da tampa do recipiente;
- 🌿 Com a mão entorte a colher no formato de L (Figura 17);
- 🌿 Prenda a parte superior da colher no arame;

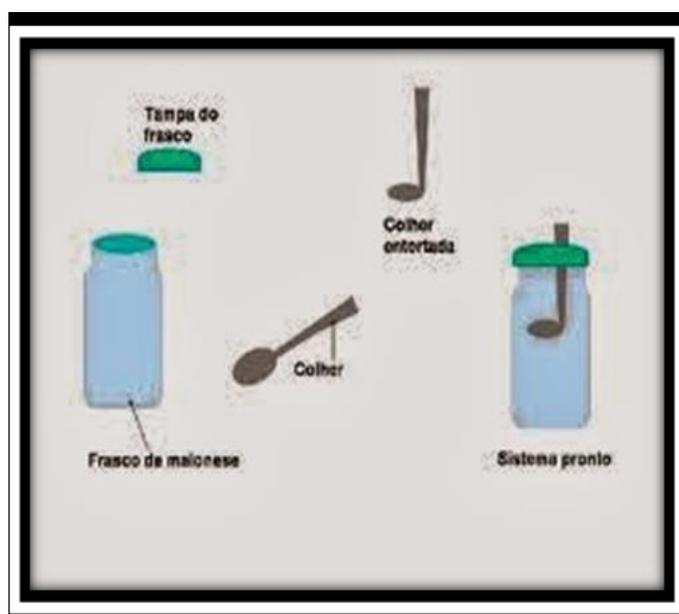
Realizando o experimento

¹¹⁰ Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4&t=168s>.

- Bata umas 10 folhas de repolho roxo no liquidificador;
- Coloque um pouco de suco de repolho roxo dentro do recipiente;
- Coloque enxofre em toda superfície da colher;
- Acenda a lamparina ou vela;
- Aqueça o enxofre na colher até derreter todo;

Introduza a colher com o enxofre queimado dentro do recipiente com suco de repolho roxo e peça aos educandos para observarem.

Figura 17 – Preparação do recipiente para simular a chuva ácida



Fonte:¹¹¹

A conclusão é que o enxofre queimado produz dióxido de enxofre que reage com o vapor de água e gás oxigênio do ar e produz ácido sulfúrico mudando a coloração do suco de repolho roxo e tornando rosa. Usa-se o repolho roxo porque é indicador de ácido, desta forma o suco roxo tornando-se rosa (Figura 18).

¹¹¹ Imagem: <http://2.bp.blogspot.com/-LbaJhsdwPW8/UyJWKv3H5UI/AAAAAAAAAM4/eimk4vs1mNQ/s1600/chuva+acida.jpg>

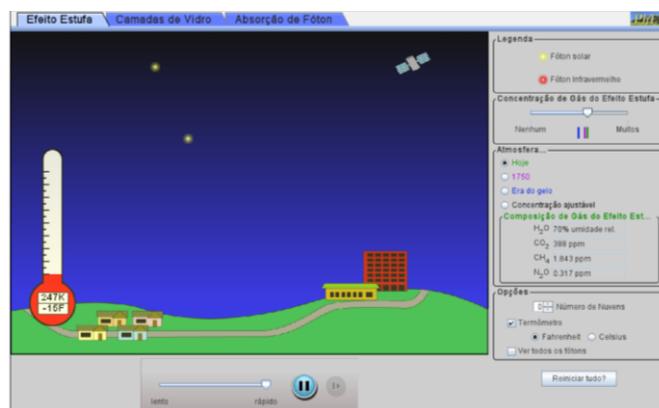
Figura 18 – Suco de repolho roxo e recipiente simulando a chuva ácida



Fonte: Elaboração própria

Dando sequência a aula e por meio do simulador *Phet* demonstra-se para os educandos como os gases do efeito estufa afetam o clima, explore a atmosfera fazendo um comparativo com a Era Glacial e com os dias atuais. Trabalhe a concentração de gases de efeito estufa, mostrando a alteração que ocorre na temperatura global, compare o fenômeno com o efeito de painéis de vidro (vidraças), deve-se ampliar e analisar como a luz interage com as moléculas de forma a discutir que nem todos os gases atmosféricos contribuem para a intensificação do efeito estufa (Figura 19).

Figura 19- Simulador Phet –O Efeito Estufa



Fonte: ¹¹²

¹¹² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse>.

Vale ressaltar que normalmente, a metade da radiação do sol passa por esses gases na atmosfera e atinge a Terra. Os gases de efeito estufa, no entanto, refletem grande parte da energia térmica de volta à superfície da Terra. Quanto mais gases de efeito estufa houver na atmosfera, mais energia térmica será refletida de volta à superfície da Terra. O excesso de gases de efeito estufa na atmosfera ao absorver e emitir radiação irá provocar o aquecimento da Terra. A relação entre as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono e temperatura, evidencia que à medida que o dióxido de carbono aumenta, a temperatura global aumenta (BEAR; RINTOUL, 2016).

Como atividade avaliativa, solicite a produção de um folder explicativo no aplicativo *Canva*¹¹³ utilizando os conceitos científicos trabalhados desde o preparo do solo até o plantio.

¹¹³ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>.

7- Será que o homem tem contribuído para mudanças climáticas no planeta (relacionando conceitos)?

- **OBJETIVOS:** - Analisar as fontes de energia a base de combustíveis fósseis e as consequências para o planeta;
- Discutir as vantagens de se utilizar fontes de energia limpas e renováveis;
- Analisar as consequências da utilização de Fontes de energia não renováveis
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*; e vídeos *online* e *Power Point*.
- **TASC/CTSA:** Princípio da não utilização do quadro de giz; da interação social e questionamento; do conhecimento como linguagem; Reflexões sobre o impacto ambiental; Ênfase na interação e criatividade do educando.

A proposta nesta etapa é revisar e complementar os conceitos trabalhados na aula anterior exibindo o vídeo intitulado “Mudanças climáticas” (INEP, 2020), com duração de 8min50s, aborda de uma forma resumida desde da observação sobre o efeito estufa pelo matemático Jean Baptista Joseph Fourier no século XIX e aprofundamento do estudo dos efeitos desse fenômeno por outros cientistas que mostram as consequências das mudanças climáticas causadas pelo homem, como elas interferem no nosso dia a dia e como minimizar os efeitos dessas consequências no meio ambiente (Figura 20).

Figura 20 - Mudanças climáticas



Fonte¹¹⁴



¹¹⁴ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>.

Trabalhe os conceitos referentes as fontes e formas de energia renováveis e limpas, por meio do vídeo intitulado “De onde vem a energia” com duração de 8min5s, ele aborda os conceitos sobre fontes alternativas e formas de energia (Figura 21).

Figura 21– De onde vem a energia elétrica



Fonte: ¹¹⁵

Após exposição do vídeo, aborde as fontes alternativas de energia de forma a refletir sobre as vantagens e desvantagens de cada fonte energética e os devidos impactos para o ambiente como a eólica, solar, termelétrica e hidrelétrica. Cabe neste momento relacionar as fontes energéticas presentes na região, além de discutir e associar o aumento de energia elétrica com a seca e a opção da utilização da termelétrica, o porquê da não utilização desta fonte de forma regular, mostrando que as termelétricas são movidas a combustíveis geralmente fósseis o que acarreta sérios danos ao ambiente como as mudanças climáticas. Além de se trabalhar o etanol como fonte de energia limpa associando a captura do gás carbônico (CO₂) pelo processo de fotossíntese.

Para avaliar os conceitos trabalhados sobre fontes, formas de energia e mudanças climáticas utiliza-se o jogo *Plickers*¹¹⁶ *e-Learning Beta* (Figura 22), é um jogo *online* que permite ao educando responder as questões no seu computador ou celular e o educador acompanhar pelo aplicativo, recebendo as respostas em tempo real à medidas que os educandos vão respondendo..

O tutorial adaptado de Ferreira (2018), sobre o *Plickers e-Learning Beta* (Apêndice D). A seguir algumas sugestões de perguntas e respostas, vale ressaltar que a

¹¹⁵Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

¹¹⁶ Disponível:< <https://www.plickers.com/library>>.

versão gratuita permite a elaboração de blocos de cinco perguntas, para essa avaliação usa-se dois grupos de cinco questões (Tabela 4).

Tabela 4 – Questões do o *Plickers e-Learning Beta*

<p>1- Essa é a horta que você construiu com a sua turma. Qual é a energia usado pelos cultivos para produzir matéria orgânica (glicose)?</p>  <p>A Energia química. B Energia térmica. C Energia solar. D Energia cinética.</p>	<p>2- Qual é o fenômeno pelo qual o vegetal produz matéria orgânica (glicose)?</p>  <p>A Respiração. B Fase clara. C Fotossíntese. D Fase escura.</p>
<p>3- Quando as ondas eletromagnéticas (energia solar) é absorvido pela clorofila do cultivo, qual é o nome da propagação de calor que ocorre no fenômeno?</p>  <p>A Condução. B Radiação. C Convecção. D Redução.</p>	<p>4- A imagem a seguir é da minhocasa construída para produzir húmus (adubo), é utilizado restos orgânicos (cascas de frutas, verduras e legumes), esterco, minhocas e papel. Qual é o papel das minhocas na minhocasa?</p>  <p>A As minhocas comem os restos orgânicos presente no esterco e elimina as fezes, formando o húmus. B Os restos orgânicos são decompostos produzindo húmus. C As minhocas morrem e se transformam em húmus. D As minhocas revolvem o solo produzindo húmus.</p>
<p>5- No processo de decomposição da matéria orgânica, a temperatura aumenta. Qual é o conceito de temperatura?</p>  <p>A É o grau de agitação das moléculas de um corpo. B É o calor do húmus. C É quando agita e reduz o calor de um corpo. D É o mercúrio do termômetro.</p>	<p>6- É comum atear fogo nas folhas secas para se livrar delas. Esse procedimento traz consequências para o ambiente como:</p>  <p>A O aquecimento global. B Somente o efeito estufa. C Somente a chuva ácida. D Causa a chuva ácida causando a morte de seres vivos e intensifica o efeito estufa causando o aquecimento global.</p>
<p>7- O calor liberado pela fermentação dos restos orgânicos pode matar as minhocas, por isso deve-se monitorar a temperatura da minhocasa e resfriá-la, para evitar as mortes das minhocas. O que é o calor?</p>  <p>A Calor é a transferência de energia de um corpo de menor energia para o de maior temperatura. B Calor é a transferência de energia de um corpo de maior energia para o ambiente. C Calor é a transferência de energia de um corpo de maior energia para o de menor temperatura. D Calor é a transferência de energia de um corpo de menor temperatura para o ambiente.</p>	<p>8- O processo pelo qual o metal do termômetro absorve o calor provocado pela fermentação da matéria orgânica é um processo de propagação de calor chamado de:</p>  <p>A Convecção. B Condução. C Indução. D Radiação.</p>
<p>9- A processo de propagação de calor presente na entrada de CO² no processo da fotossíntese e saída de O² é conhecido como:</p>  <p>ENTRA O AR E SAÍ O AR! Quando a clorofila absorve as ondas eletromagnéticas, aumenta o calor nas folhas, o ar quente sai e o ar frio entra.</p> <p>A Convecção. B Radiação. C Dilatação. D Condução.</p>	<p>10- O vegetal produz matéria orgânica pelo fenômeno da fotossíntese e produz energia pelo fenômeno da respiração celular. Na fotossíntese a clorofila absorve do ar o gás _____ e na respiração utiliza o gás _____.</p>  <p>O ar quente sobe e o ar frio desce, ou seja, entra o ar quente e sai o ar frio.</p> <p>A CO² e NO². B H² e CO² C Ni e CO² D CO² e O².</p>

Fonte: Elaboração própria

8. Relacionando conceitos sobre reaproveitamento energético da matéria urbana.

- **OBJETIVOS:** Reaproveitar matéria orgânica para mudança de comportamento em relação ao meio ambiente e dar subsídio para construção de uma horta doméstica sustentável.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger* e *Power Point*.
- **TASC/CTSA:** Princípio do aprendiz como perceptor; Empreendedorismo; Criatividade; Sustentabilidade.

Além do estudo de conceitos da Física, o Produto também tem cunho social e sustentável. Com a crise econômica deflagrada nos últimos anos no Brasil, pretende-se produzir de papel semente, que possibilitará a cada educando construir sua própria horta em casa e produzir outros materiais (Figura 22).

Figura 22– Confeção da capa do caderno de anotações com papel semente



Fonte: Elaboração própria

Desta forma, os educandos ajudarão o meio ambiente a se livrar do lixo seco, diminuindo a poluição e evitando queimadas e conseqüente diminuição do índice de gás carbônico (CO₂) lançados na atmosfera, um dos principais gases do efeito estufa.

Para estimular a participação ativa dos educandos na aplicação dessa SD, deve-se construir na escola papel semente com o objetivo de encapar e enfeitar os cadernos confeccionados para registrar as atividades durante a aplicação da SD. Esse momento

visa despertar o espírito empreendedor nos educandos, por meio da produção de papel semente, que possibilitará a cada educando construir sua própria horta em casa e usar a criatividade na construção de embalagens, cartões, capas de cadernos, blocos, entre outros. Os materiais produzidos com papel semente quando não tiver mais utilidade, deve-se rasgar, colocar no solo e molhar, o papel como é matéria orgânica será decomposto e servirá de adubo e as sementes germinarão dando origem a novos cultivos.

Em consonância com a professora de matemática, pode-se utilizar o papel semente para construções de planificações geométricas como molde para a confecção de embalagens utilizadas para embrulhar presentes. Desta forma, ao retirar o presente da embalagem o papel semente será reaproveitado na germinação da semente dando origem a um vegetal de acordo com a semente utilizada na produção do papel.

É importante ressaltar que a produção do papel semente é acessível e ajuda a proteger o ambiente. Necessita-se de papel usado, 2 baldes, 2 a 4 telas de tamanhos variados, liquidificador de preferência industrial, mas pode-se utilizar o caseiro, semente de vegetais pequenas, recipiente de plástico retangular tendo como parâmetro o comprimento e a largura da maior tela de forma que encaixe no recipiente plástico (Figura 23).

Figura 23 – Confecção de papel



Fonte: Elaboração própria

Para produzir o papel semente, coloca-se o papel picado de molho por dois dias, bate-se com um pouco de água e coloca-se a polpa em um balde e utilize um fundo de

garrafa pet para fazer de copo que servirá de medida. Coloque água em um terço do recipiente retangular e adicione nessas duas medidas de polpa na água, coloque um pouco de um único tipo de semente para que facilite a identificação do vegetal que irá germinar. Após espalhar a semente sobre a tela retiradas do recipiente, utilize uma folha de jornal para retirar o excesso de água, pressionando levemente contra a polpa presa a tela, após esse procedimento, coloque a tela com o lado do papel para baixo sobre numa mesa e com um pano seque pelo lado de dentro da tela seque até o polpa soltar da referida tela e coloque para secar por 1 dia, pendurando pelas pontas com um pregador no varal, improvise um varal com barbante. A cada papel produzido, deve-se colocar uma medida de polpa na água (BORGES, 2017).

Quando estiver totalmente seco, ele solta do jornal automaticamente e para a textura ficar mais fina, deve-se improvisar uma prensa com vários livros ou algo pesado e plano, como um pedaço de madeira de espessura larga.

A textura do papel depende da quantidade de polpa que se coloca no recipiente

9. Criando um sistema de irrigação autônoma.

- **OBJETIVOS:** Utilizar os conceitos construídos na SD para a construção de uma horta automatizada com Arduino.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger*; videoconferência no *meet*, sistema inteligente *Arduino* e *Power Point*.
- **TASC/CTSA:** Princípio da aprendizagem pelo erro; Criatividade; Uso da tecnologia.

Nesta etapa levanta-se a problemática da rega dos cultivos, que até momento estava sendo realizada por um servidor. Deve-se instigar aos educandos a solucionar o desafio de usar o *Arduino*¹¹⁷, válvula solenoide, relé e o sensor de umidade, para em duplas planejarem um projeto de irrigação automática utilizando os materiais citados (Figura 24).

Figura 24 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação



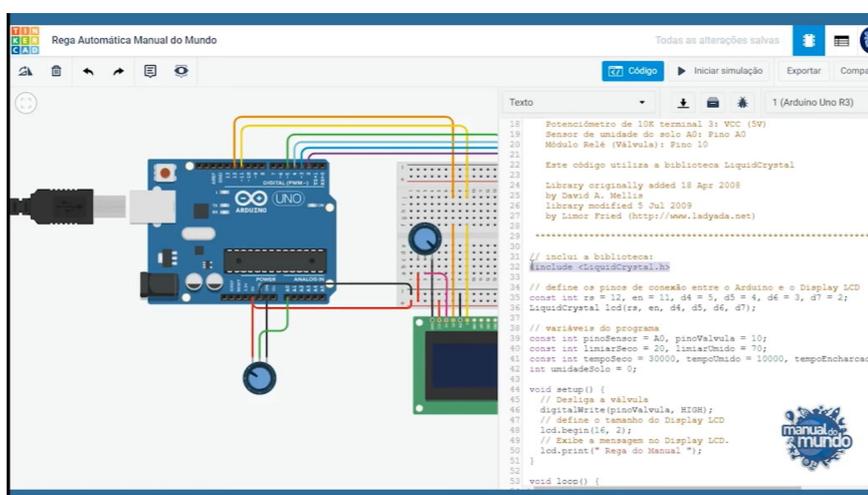
Fonte: Elaboração própria

¹¹⁷ É uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão.

Os projetos elaborados serão apresentados para toda a turma que votarão no projeto que contemplará os critérios de criatividade, praticidade, sustentabilidade e que possa ser adaptado a tecnologia do Arduino. A escolha do projeto deverá acontecer na aula *online* de acordo com os critérios estabelecidos pelo educador, que deve propor uma votação de forma transparente e democrática, como contar de um a três, para que os educandos coloquem ao mesmo tempo o número no *Chat* correspondente ao projeto desejado.

O Arduino deve ser programado e para isto, existe simuladores que já apresentam nas suas bibliotecas a linguagem do Arduino e vários programas. O simulador *Tinkercad* é gratuito, não havendo a necessidade de se cadastrar. Para facilitar o entendimento de como programar, Thenório (2019) faz o passo a passo no vídeo intitulado “Como fazer um robô de rega inteligente” (Figura 25), que demonstra como programar uma rega inteligente, necessitando apenas da inserção dos dados desejados no projeto.

Figura 25 – Como fazer um robô de rega inteligente



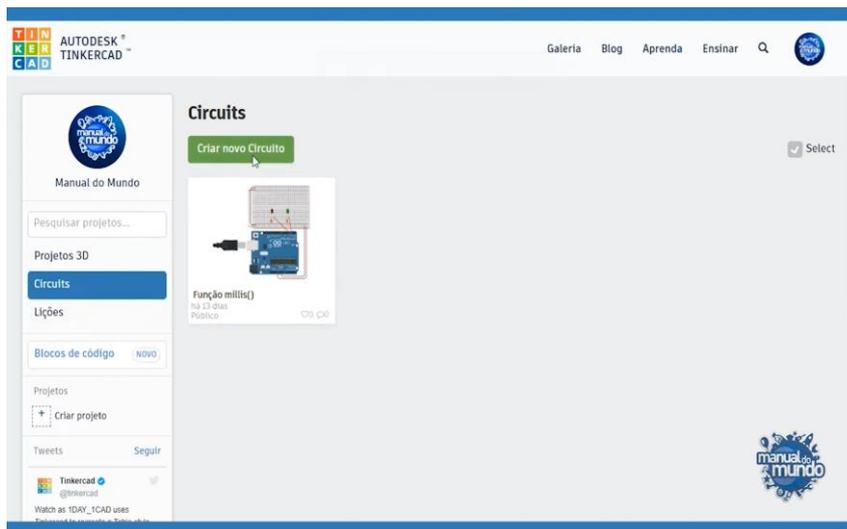
Fonte:¹¹⁸

Vale ressaltar que para programa precisa saber a linguagem de computador e o sistema do Arduino utiliza (C++), porém esses simuladores já apresentam programas nessa linguagem, bastando apenas que se manipular os dados de forma a contemplar as necessidades do projeto.

¹¹⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v= xRyePvaMqU>>.

Deve-se ainda orientar aos educandos utilizar o vídeo intitulado “Use um Arduino sem ter Arduino” (Figura 26) para a montagem do projeto , esse vídeo orientará de uma forma simples e com uma linguagem clara a maneira de como planejar o projeto utilizando os botões, *protoboards* sem ter as peças do sistema inteligente da rega em mãos, possibilitando verificar se o circuito montado está funcionando. O projeto escolhido pela turma, deverá ser adaptado ao sistema de rega programado.

Figura 26 – Use um Arduino sem Arduino



Fonte:¹¹⁹

¹¹⁹ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=CrHJ4OQ6Sw>>.

10. Implementando a irrigação por gotejamento.

- **OBJETIVOS:** compreender o funcionamento do Arduino para automatizar a horta.
- **RECURSO TDIC:** Sistema Inteligente Arduino.
- **TASC/CTSA:** Princípio do abandono da narrativa; Economia energética.

O educador de posse do sistema de irrigação inteligente com Arduino e devidamente programado, implanta-se na horta escolar, nesta etapa só participará da instalação a dupla que apresentar o projeto mais votado seguindo os critérios estabelecidos anteriormente. As demais duplas participarão por meio de um vídeo realizado durante a implementação do sistema na escola que será exibido na aula *online* no mesmo dia (Figura 27).

A dupla, com o auxílio do educador, deve de forma colaborativa, montar o projeto escolhido acoplado o sistema inteligente de irrigação ao sistema idealizado por elas no ambiente da Horta Escolar e testar a eficácia do projeto.

Figura 27 – Validando o Projeto



Fonte: Elaboração própria

11. Avaliando a aprendizagem.

- **OBJETIVOS:** Avaliar os conceitos trabalhados no bimestre.
- **RECURSO TDIC:** As atividades serão apresentadas na sala de aula criada no *Whatsapp* via *Messenger* e *Power Point*.
- **TASC/CTSA:** Princípio da aprendizagem pelo erro.

Finalizando a aplicação da SD, haverá o momento da avaliação dos conceitos trabalhados no bimestre como instrumento de coleta e análise de dados. Para isso reaplica-se o questionário com algumas adequações como a substituição de algumas ilustrações pelas imagens geradas na construção da horta. Esse questionário servirá de parâmetro que permitirá verificar se há ou não, nas respostas do questionário dadas pelos educandos, indícios de aprendizagem significativa crítica (Figura 28).

O educador deve criar um ambiente tranquilo, de forma a desmitificar a avaliação. É importante criar um vínculo afetivo com a turma o que facilitará a aprendizagem na proposta do Estudo de Energia no contexto de uma Horta Automatizada.

Figura 28 – Questões do Questionário Final (Reaplicado)

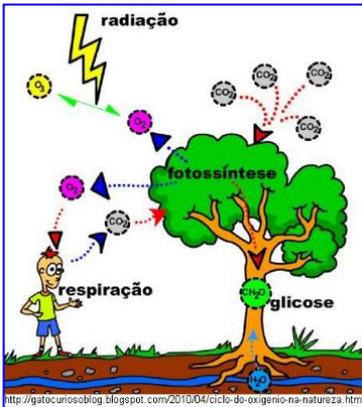
	Colégio Estadual José do Patrocínio	
	Disciplina: Ciências da Natureza Ano: 9º	901/903
	Nível de Ensino: EF	
	Educador (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar	
	Nome: _____	
	<p>Olá galerinha, estamos encerrando o 2º bimestre e com muita alegria pela participação ativa de todos! Obrigada por toda contribuição, vocês arrasaram, orgulhosa de vocês! Agora chegou a hora de mostrarem o que aprenderam, sejam cautelosos e atenciosos! Não tenham pressa!!! Um grande beijo virtual!</p>	

Questionário Avaliativo

1- Construímos nossa horta no colégio com a participação ativa de todos. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?



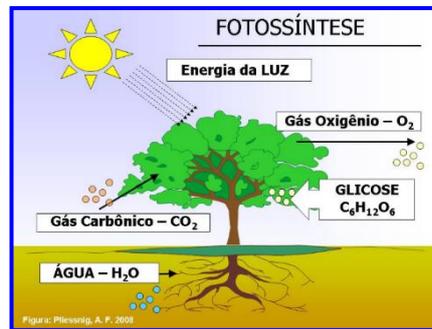
2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



3- Sua turma se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas. Qual foi a solução dada para limpar o terreno rápido sem matar as minhocas? Justifique sua resposta.



4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



5- A opção escolhida pela turma de realizar o plantio da horta foi o modelo a seguir, localizado próximo a cozinha. O que achou do espaço disponibilizado pela escola? Quais foram as condições necessárias para elaboração da horta idealizada pela sua turma? Justifique sua escolha.



6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e morte?

7- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

Ainda deve-se avaliar a Sequência Didática para uma avaliação e rever as estratégias utilizadas e os pontos negativos, de forma a aprimorar a SD (Figura 28).

Figura 29 – Questionário da Avaliação da Sequência Didática.

	Colégio Estadual José do Patrocínio	
Disciplina: Ciências da Natureza		
Educador (a): Suzana Alencar		
Ano de escolaridade 9º ano		
Nome: _____		
	<p>PREZADO ALUNO, PASSAMOS 11 ENCONTROS JUNTOS, FOI MUITO GRATIFICANTE TER CONTADO COM VOCÊS NAS AULAS <i>ONLINE</i>!!! VOCÊS ARRASARAM!!! AGORA, GOSTARIA QUE ME DESSEM UM RETORNO SOBRE A PROPOSTA DE ENSINO, RESPONDENDO ESSE QUESTIONÁRIO NÃO PRECISA SE IDENTIFICAR!</p>	
1- Você gostou de participar do projeto?		
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
Justifique o que gostou ou não gostou no projeto.		
<hr/> <hr/>		
2- Você teve dificuldade em participar das aulas <i>online</i> ? Por quê?		
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Comente abaixo sua resposta.		
<hr/> <hr/>		
3- Abaixo, comente alguma atividade (<i>online</i>) que mais gostou. Se houver, é claro!		
<hr/> <hr/>		
4- Ainda sobre as aulas <i>online</i> , a dinâmica proposta para o estudo do conteúdo foi:		

() Uma maneira diferente e interessante que me ajudou a entender um pouco melhor, mas que demorou muito.

() Uma maneira diferente e interessante, mas que não me ajudou a entender melhor, por isso prefiro aulas presenciais e com explicações no quadro. Além de demorar muito, as aulas tiveram muitas atividades.

() Uma maneira diferente, que ajudou a entender e aprender de uma forma dinâmica e divertida.

5- Você acha que o projeto te ajudou a mudar alguns hábitos alimentares? Por quê?

6- O projeto ajudou a produzir outras mudanças em você em relação ao meio ambiente?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, cite essas mudanças e em qual etapa do projeto elas ocorreram.

🍀 Agora, leia o texto sobre agricultura familiar e responda:

Agricultura Familiar

Visando uma alimentação saudável e adequada, na qual se faz uso de uma dieta variada, de qualidade e sem agrotóxicos, bem como respeitando os hábitos alimentares de cada região, o Governo Federal determina em 2009, que 30% da verba alimentícia do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) seja destinada ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Esse valor deve ser utilizado na compra de gêneros alimentícios diretamente da **agricultura familiar** e do **empreendedor familiar rural**, ou de suas organizações dando prioridade para aos assentamentos da reforma agrária, às comunidades tradicionais indígenas e às comunidades quilombolas.

Com essa iniciativa o Governo incentiva que toda família deve ser uma produtora de alimentos. Os produtos para a agricultura familiar podem ser adquiridos com a participação em projetos escolares ou comunitários.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (CGPAE/FNDE)¹²⁰ elaborou o Manual de Aquisição de Produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar, que tem como objetivo apresentar o passo-a-passo do processo de aquisição da agricultura familiar acesso no

¹²⁰ A aquisição da agricultura familiar para a alimentação escolar está regulamentada pela Resolução atualizada em CD/FNDE nº 04, de 2 de abril de 2015, e dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos educandos da educação básica no âmbito do PNAE.

site¹²¹.

Esse projeto de alimentação escolar em parceria com a agricultura familiar, tem contribuído muito, pois permite que alimentos saudáveis produzidos pela iniciativa da comunidade, sejam consumidos diariamente pelos educandos da rede pública de todo o Brasil. Em nosso bairro podemos ver vários espaços com plantações de hortaliças!! Você conhece algum? Em relação ao texto, você acha que o projeto “*O Ensino de Energia na Construção de uma Horta Automatizada*”, ajudou a despertar em você o desejo de praticar a **agricultura familiar**? () Sim () Não () Um pouco.

Justifique sua resposta. E tente dizer como você poderia contribuir com a agricultura familiar?

Fonte: Elaboração própria

¹²¹ <https://www.fn-de.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-agricultura-familiar>

O Ensino de Energia na Construção de uma Horta Automatizada



Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Renata Lacerda Caldas

Vantelfo Nunes Garcia

Sequência Didática Baseada no Estudo de Energia no Contexto de uma Horta Automatizada



APRESENTAÇÃO

Querido Educando

Este material foi preparado em forma de uma Sequência Didática, com o objetivo de aprimorar o aprendizado de Ciências no 9º ano do ensino fundamental II, tendo em vista que o estudo de física que vai aumentando o grau de complexibilidade gradativamente nas séries finais do Ensino Fundamental de forma a prepará-lo para o Ensino Médio. A temática desenvolvida neste trabalho será intitulada “Energia no contexto de uma Horta Automatizada” com uma abordagem criativa e dinâmica visando uma aprendizagem que se torne significativa e crítica.

A Sequência Didática aqui desenvolvida está de acordo com as habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com enfoque na Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade (CTSA).

As estratégias propostas na SD serão diversificadas com experimentos, vídeos, simuladores de fenômenos físicos, jogos *online* que deverão possibilitar a construção de conceitos significativos.

As atividades terão embasamento nos princípios da aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira e serão apresentadas de maneira que possa conduzi-lo a criticidade e conseqüentemente ao letramento científico.

A proposta será iniciada pela aplicação de um questionário para averiguar os conhecimentos prévios sobre a temática adquiridos ao longo do Ensino Fundamental até o presente momento. No segundo momento será apresentado um protótipo de uma horta visando despertar a curiosidade e estimular a busca de respostas para as problemáticas que serão levantadas pelo educador, de forma que você possa associar os novos conhecimentos apresentados durante as aulas ao conhecimento presente na sua estrutura cognitiva. Você será o protagonista de todo processo de construção do conhecimento

O educador neste processo será o mediador que dará subsídios para que você possa se transformar num ser ativo, crítico, atuando na sociedade de uma forma sustentável.

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

1 Levantamento dos conhecimentos prévios

- **OBJETIVOS:** Buscar o conhecimento prévio (*subsunção*) sobre conceitos básicos de energia, suas formas, transformações e aplicações; Instigar a elaboração de hipóteses.

Neste momento inicial iremos acordar alguns critérios de avaliação, dividir a turma em duplas para realização de algumas atividades ao longo da SD. Após definirmos as regras desse bimestre, cada um receberá um questionário para que se tenha uma percepção dos conceitos que vocês sabem sobre Energia, ao término dessa atividade, você deverá devolver imediatamente de acordo com a orientação do educador. Vale ressaltar que as respostas não serão corrigidas, de forma que não haverá certo ou errado, então você deve ler cautelosamente cada pergunta e responder com os conhecimentos que adquiriu nos anos anteriores do Ensino Fundamental.

Figura 1 – Questionário inicial



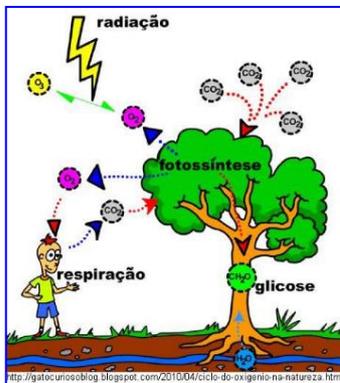
Preciso saber o que você sabe sobre esse ecossistema, então responda cuidadosamente o questionário a seguir!

Questão

1- Imagine que sua turma fosse convidada para construir uma horta no colégio. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?



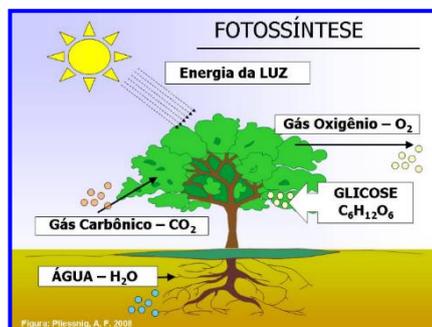
2- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



3- Uma turma de uma escola se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas. Ajude-os a encontrar uma solução para limpar o terreno rápido e sem matar as minhocas? Isso seria possível? Justifique sua resposta.



4- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



5- Se você fosse escolher um dos modelos de horta abaixo (1 ou 2), para construir uma horta em nossa escola, qual delas escolheria? Leve em consideração o espaço disponível na sua escola e as condições necessárias para elaboração da horta idealizada por você? Justifique sua escolha.



1



2

6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual seria a melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e conseqüente morte?

7- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Continuando esse momento, será passado algumas orientações sobre a necessidade de preparo, armazenamento de lixo orgânico e coleta de estrume de boi para produção de *húmus*, para que se possa cultivar uma muda em casa e posterior plantio na escola. Essas orientações acontecerão por meio de vídeos e de atividades práticas com o passo a passo de como proceder para preparar as sementes dos alimentos consumidos em casa para plantio e germinação. Como atividade de casa você deverá:

6. Separar sementes oriundas de sua dieta diária (verduras e frutas de pequeno porte);
7. Plantar as sementes conforme orientam os vídeos: “- Horta passo a passo¹²²” e “como construir um vaso auto irrigável¹²³”.
8. Anotar e postar as fotos do desenvolvimento de seus cultivos.

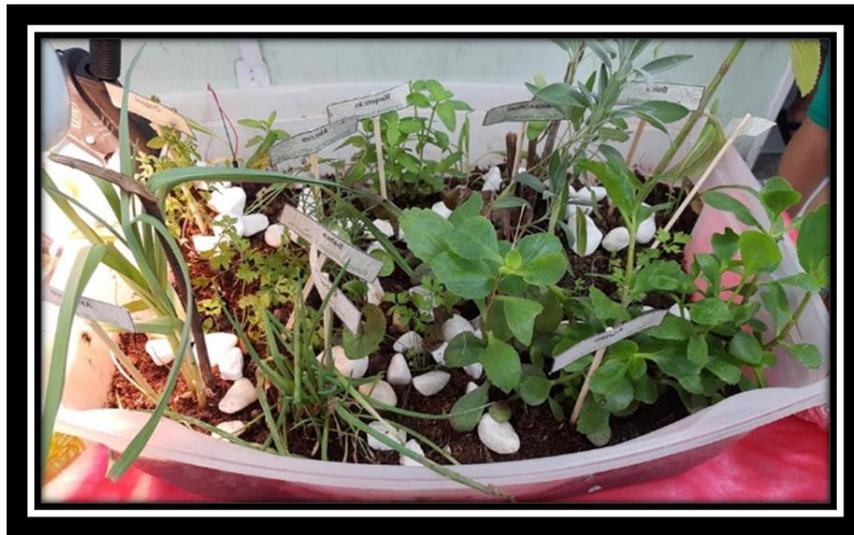
¹²² Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=0RthDFAR60w>>.

¹²³ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=iZVYm-ghVTA>>

Finalizando esse momento, observe o protótipo¹²⁴ de uma horta, leia o questionamento e reflita para que possamos discutir no próximo encontro.

“Se você fosse construir uma horta, quais cuidados e conhecimentos deveria ter para a manutenção, irrigação e cultivo?”

Figura 2 – Protótipo da Horta



Fonte: Elaboração própria

¹²⁴ Protótipo é o termo usado para se referir ao que foi criado pela primeira vez, servindo de modelo ou molde para futuras produções.

2 Qual o processo as plantas utilizam na obtenção de energia?

🌱 **OBJETIVOS:** Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de fotossíntese e transferência de energia.

Este momento será iniciado com o questionamento da aula anterior: “*Se você fosse construir uma horta, quais cuidados e conhecimentos deveria ter para a manutenção, irrigação e cultivo?* Após discussão sobre a sua percepção e dos outros colegas, faremos um experimento utilizando a planta aquática elódea (*Elodea canadense*), para que possamos iniciar o estudo de Energia associado ao fenômeno da fotossíntese (FONSECA, 20).

Após observação do experimento online, você será instigado a responder os questionamentos a seguir:

O que são as bolinhas liberadas dentro do funil?

Qual é a função do bicarbonato de sódio?

O que a lâmpada está representando?

Que fenômeno está sendo representado pelo experimento?

Para que serve esse fenômeno?

Quais são os fatores necessários para que ocorra o fenômeno?



Figura 3 - Experimento da fotossíntese



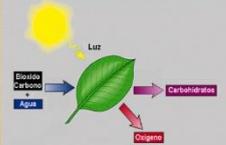
Fonte: Elaboração Própria

Dando continuidade a aula serão abordados alguns conceitos de fonte de energia, propagação de calor (radiação e convecção), transformação de energia que ocorre no fenômeno da fotossíntese. Você deve acompanhar as aulas no *Power Point* através do texto a seguir:

A FOTOSSÍNTESE E AS TROCAS GASOSAS

Visão Geral da Fotossíntese

A luz é uma forma de radiação eletromagnética, um tipo de energia que viaja em ondas.



Equação geral:

$$6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{cloroplastos}]{\text{luz solar}} \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2$$

Equação simplificada:



http://3.bp.blogspot.com/_q10-7w4B0VQ2/DA8M8H7AAMAAACQ7Y1U2Rc_V78hg_s32D/feast.gif

A energia na planta vem do fenômeno da *Fotossíntese*, termo, que se originou a partir da junção de duas outras palavras de origem grega: *phos*, que significa “luz”; e *synthesis*, que quer dizer “síntese”.

Alguns organismos vivos podem realizar a fotossíntese, enquanto outros não. Um *autotrófico* é um organismo que pode produzir seu próprio alimento. Autotrófico também é uma palavra de origem grega que significa *autos* = próprio e *trophos* = alimentar. As plantas são os autotróficos mais conhecidos, mas existem outros seres vivos como as bactérias e algas que apresentam as mesmas características nutricionais. As algas marinhas são responsáveis pela contribuição de uma grande quantidade de alimentos e oxigênio para as cadeias alimentares. As plantas também são conhecidas como *fotoautotróficas*, um tipo de autotrófico que usa luz solar e o carbono do dióxido de carbono para sintetizar energia química na forma de carboidratos. Todos os organismos fotossintetizantes são dependentes da luz solar para produzir matéria orgânica.

A luz do sol é a fonte primária de energia responsável pela vida no planeta. Ao pararmos para pensar tudo que fazemos no planeta depende dessa energia. A luz pode viajar mudar de forma e ser aproveitada para realizar o trabalho. No caso da fotossíntese, a energia luminosa é convertida em energia química, e os *fotoautotróficos* utilizam essa energia para produzir moléculas de carboidratos.

Os *fotoautotróficos* capturam a energia luminosa do sol, transformando-a em energia química que é usada para sintetizar moléculas de alimentos.

O sol emite uma quantidade enorme de radiação eletromagnética conhecida como energia radiante. Os seres humanos podem ver apenas uma fração dessa energia, essa faixa visível ao olho humano é denominada "luz visível". A maneira pela qual a energia solar viaja até nós, é descrita como radiação eletromagnética. Pelo fenômeno da fotossíntese, os seres fotossintetizantes também liberam oxigênio que é lançado na atmosfera. Desta forma, dependemos desses organismos que realizam a fotossíntese para comer e respirar.

A energia oriunda da fotossíntese entra nos ecossistemas do nosso planeta continuamente e é transferida de um organismo para outro até quase toda a energia produzida seja transferida e liberada como energia térmica. O processo de fotossíntese fornece de forma direta e indireta, a maior parte da energia necessária para a vida dos seres vivos na Terra.

Pelo fenômeno da fotossíntese, os seres fotossintetizantes também liberam oxigênio que é lançado na atmosfera. Desta forma, dependemos desses organismos que realizam a fotossíntese para comer e respirar.

Os organismos autotróficos absorvem a energia da luz para produzir carboidratos nos cloroplastos, local onde ocorre as reações químicas para produção de matéria orgânica e pela respiração celular aeróbica, esses seres liberam energia usando o oxigênio para absorver o metabolismo dos carboidratos no citoplasma e nas mitocôndrias, utilizando cadeias de transporte de elétrons para capturar a energia necessária na condução das reações químicas, pois necessitam dessa energia para decompor as moléculas de carboidratos. Esses dois processos, o da fotossíntese e da respiração celular, funcionam em harmonia biológica e cíclica para permitir que organismos obtenham a energia de sustentação da vida que se origina no sol, que se encontra a milhões de quilômetros de distância da Terra (BEAR; RINTOUL, 2016).

Após a aula expositiva no *Power Point* com o objetivo de revisar os conceitos trabalhados haverá a exibição de um vídeo da fotossíntese (Figura 3), que estará disponível no link no rodapé desta página.

Figura 4 - Vídeo da Fotossíntese



Fonte¹²⁵

Finalizando a etapa, vocês farão em dupla. uma atividade avaliativa utilizando o aplicativo *Canva*¹²⁶ cujo objetivo é apresentar em forma de história em quadrinhos os conceitos abordando nessa aula seguindo os critérios a seguir:

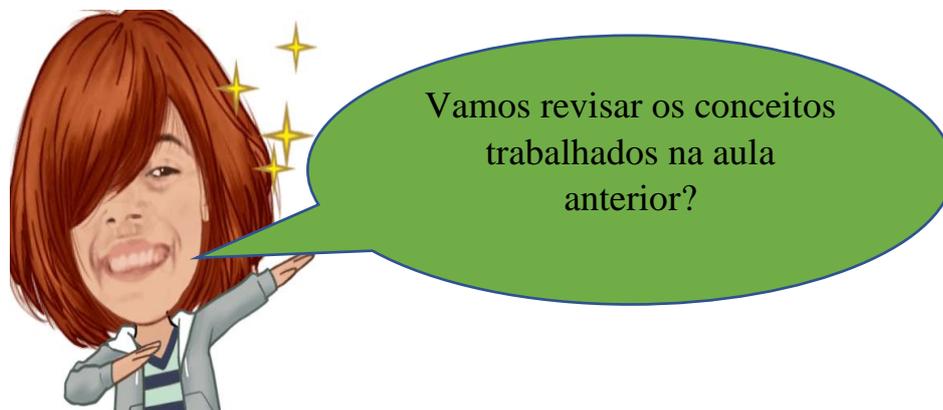
¹²⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O01nO4tiEKg>>

- Criar um diálogo sobre a importância da fotossíntese para os seres vivos;
- Destacar a função da fotossíntese para o vegetal;
- Relacionar o experimento com processo da fotossíntese, destacando:
 - Fonte de energia: como o vegetal utiliza a fonte de energia para realizar o fenômeno?
 - Liberação de gás: associar as bolhas liberadas dentro do funil no experimento com a liberação de gás?
 - Relatar os fatores necessários para a realização da fotossíntese e comparar com os elementos (bicarbonato de sódio, *elódea*, água e luminária) utilizados no experimento.

¹²⁶ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/criar/tirinhas/>.

3 Avaliando o processo de produção de matéria orgânica pelos vegetais (fotossíntese).

- **OBJETIVOS:** Avaliar o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos fotossíntese e transferência de energia.



Para revisar os conceitos trabalhados na aula anterior, será utilizado o aplicativo *Phet* sobre “Formas de Energia e Transformações” (Figuras 4) e “Moléculas de Luz” (Figuras 5), o link para acesso se encontram no *QR Code* ao lado da ilustração ou no link da Fontes de cada ilustração referente ao simulador.

Figura 5 - Formas de Energia e Transformações



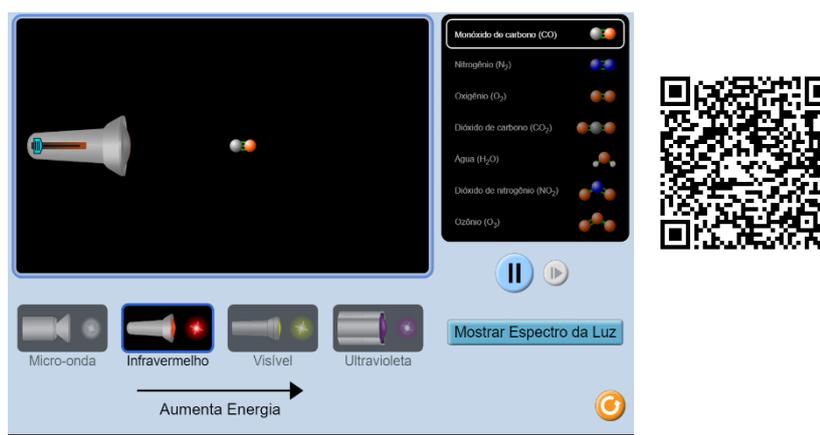
Fonte¹²⁷

¹²⁷ Disponível: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes>.

Vamos observar como a luz interage com as moléculas na atmosfera e identificar que a absorção da luz depende da molécula e do tipo de luz associando as clorofilas a e b, de forma a verificar como elas interagem com a luz conforme o texto a seguir.

Na fase clara, a luz penetra nos cloroplastos e atinge o complexo de pigmentos, ao mesmo tempo em que provoca alterações nas moléculas de água. A molécula de clorofila libera elétrons que são recolhidos por determinadas moléculas orgânicas chamadas receptores de elétrons retornando à clorofila. A clorofila ao ser atingida pela luz do Sol libera elétrons que são recolhidos por determinadas moléculas orgânicas, NADP que são receptores de elétrons, que os enviam a uma cadeia de citocromos substâncias associadas ao sistema fotossintetizante, quando os fótons dos elétrons atingem a clorofila, as moléculas de água são “quebradas”, fenômeno conhecido como “fotólise da água”, liberando prótons de hidrogênio (H^+), elétrons (e^-) e moléculas de oxigênio (O_2). Como resultado desta fase, além da produção de oxigênio, há a produção de ATP (BEAR; RINTOUL, 2016).

Figura 6 - Simulador de moléculas e luz



Fonte¹²⁸

Após a revisão, compare o ambiente de uma horta (protótipo) e registre por meio de desenho, os conceitos desenvolvidos e revisados nesta etapa, esse desenho você pode utilizar o aplicativo *Canvas* ou uma folha de papel sulfite.

Agora chegou o momento de mostrar que você aprendeu e faremos isso brincando, por meio do Show do Milhão da Fotossíntese¹²⁹ (Figura 6). Você poderá

¹²⁸Disponível: < https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_pt_BR.html>.

¹²⁹ Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1_NVNp580I9uPH1HC0Rom_fam4eB5VOV/view?usp=sharing

acessar o jogo por meio do leitor do *QR Code* do seu celular. Boa sorte e seja o primeiro a chegar no pódio!

Figura 7 – Slide com apresentação do jogo



Fonte: Elaboração própria

Para a próxima aula, você apresentará uma pesquisa do cultivo que escolheu para plantar, de forma a destacar as condições necessárias para que seu cultivo possa desenvolver (tipo de solo, exposição ao solo e irrigação), essa pesquisa deve ser apresentado por meio de um vídeo utilizando o aplicativo *Inshot*¹³⁰, no rodapé desta página há um link para que você possa baixar o aplicativo no seu android e editar o seu vídeo. É importante seguir os critérios estabelecidos a seguir para que tenha uma pesquisa de qualidade.

- Não utilize as redes sociais para pesquisar como: *facebook*, *instagram*, *Whatsapp*, entre outros;
- Não utilize o site *Wikipédia*, que é um projeto de enciclopédia de licença livre, pois qualquer pessoa pode postar conteúdos com informações erradas;
- As pesquisas devem ser em sites confiáveis como MEC, revistas renomadas e artigos e anote as referências. Você poderá fazer uma pesquisa mais filtrada utilizando o navegador *google acadêmico* o que ajudará na qualidade da pesquisa.
- A pesquisa deverá abordar dois tipos de cultivo, seu valor nutricional e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo

¹³⁰ é um aplicativo para android simples e de fácil utilização para edição de fotos e vídeos. Disponível em: <<https://inshot-editor.br.uptodown.com/android/download>>.

necessário para irrigar os cultivos. Além do passo a passo de uma horta desde a preparação da semente até o plantio das mudas.

4. Conhecimentos para a construção de uma horta escolar.

- **OBJETIVOS:** Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre as características gerais do solo, substâncias necessárias ao desenvolvimento do cultivo e técnica de irrigação diária.



Nesta etapa, vocês apresentarão a pesquisa, em forma de vídeo. A avaliação será baseada nos critérios preestabelecidos em relação ao cultivo e os devidos cuidados com a germinação, sensibilidade à exposição ao sol, o preparo do solo e o tempo necessário para irrigar os cultivos, conforme determinados na aula anterior.

Para melhor organização na hora do plantio na escola, complete a Tabela 1, com as principais características dos cultivos apresentados pelas duplas.

Quadro 1 – Informações das características do cultivo

Duplas	Cultivo	Sensibilidade ao Sol	Irrigação

A			
B			
C			
D			
E			

Fonte: Elaboração própria

5- Construindo nossa horta escolar (Aula de Campo).

- **OBJETIVOS:** Proporcionar aos educandos o desenvolvimento das habilidades e competências para construção de uma horta escolar.



Neste momento será realizado o plantio das mudas produzidas por vocês em casa no espaço escolar. Essa atividade será em dupla e a turma será dividida em dois grupos com horários diferenciados. Cada dupla ficará responsável em cuidar e anotar o passo a passo e as condições necessárias para o desenvolvimento do cultivo.

Vocês deverão montar sob orientação do educador uma escala diária para irrigar e acompanhar o desenvolvimento dos cultivos e deverão apresentar de 15 em 15 dias o relatório com fotos, mostrando o progresso do desenvolvimento ou não do cultivo. Essa etapa, devido a pandemia causada pelo covid-19, será realizada por um funcionário da escola que encaminhará as fotos para que vocês possam acompanhar o desenvolvimento de seus cultivos de suas próprias casas.

De acordo com as características apresentadas por cada dupla dos cultivos, vocês transportarão as mudas cultivadas em casa para os canteiros devidamente preparados pela direção.

Em primeiro lugar, será preparado os componentes necessários para a produção de húmus. O primeiro grupo ficará responsável em preparar o húmus, cortando os restos orgânicos e picando o papel, todo os restos orgânicos de vegetais (casca de frutas, verduras e legumes) em pequenos pedaços para facilitar a ingestão desse alimento pelas minhocas. Você também deverá realizar o plantio de suas mudas nos canteiros indicados pelo educador, de acordo com as características dos cultivos escolhidos por vocês.

De posse de todo o material devidamente preparado pelo grupo anterior, o segundo grupo, além de fazer o plantio de suas mudas nos canteiro, misturará o estrume de boi com casca de verduras e legumes devidamente cortados, na proporção de um terço Nesta técnica, normalmente produz o chorume que contamina os lençóis de água (SANTOS; JÚNIOR, 2013, p. 8), para corrigir esse impacto no ambiente, coloca-se papel picado que equilibra a quantidade de gás carbônico (CO₂) com a quantidade de nitrogênio (N₂), sendo este último proveniente da decomposição da matéria orgânica, produzindo desta forma biofertilizante que será reaproveitado na horta.

A montagem da estrutura do minhocário deve seguir os passos a seguir: no primeiro compartimento deve-se colocar as cascas de verduras e legumes e papel picados. No segundo compartimento, a mistura de matéria orgânica com o estrume de boi, além das minhocas. A matéria orgânica do primeiro compartimento servirá de reserva para as minhocas, que deverão migrar à medida que esses alimentos (restos orgânicos) forem consumidos pelas mesmas no compartimento do meio. No último compartimento ainda, deve-se colocar uma torneirinha para a retirada do líquido que será produzido durante o processo de decomposição do material orgânico (Figura 7).

Figura 8 – Produção de húmus *foto atual*



Fonte: Elaboração própria

As composteiras é uma excelente ferramenta de redução do lixo orgânico pois o transforma em adubo, o que reduz significativamente a quantidade de resíduos orgânicos, que normalmente são encaminhados para os aterros sanitários, reduzindo desta forma, os impactos ambientais.

Deve-se observar alguns cuidados com o ambiente do minhocário, como controlar a temperatura e o excesso de umidade na composteira, porque dificulta a locomoção das minhocas pois o composto ficará escorregadio, influenciando na aeração do processo de compostagem. Já a temperatura é outro fator primordial para a eficácia da composteira – a temperatura ideal deve estar em torno de 22° C. Agora, utiliza-se o termômetro para introduzir o conceito de propagação de calor - condução¹³¹. Deve-se pedir aos educandos para medir a mistura de estrume de boi e restos orgânicos dentro do compartimento do meio para verificar a temperatura., explica-se que a ponta do termômetro formado de metal absorve o calor da mistura do estrume de boi com o restos orgânicos e conduz pelo processo de propagação de calor conhecido por condução para o metal líquido, mercúrio (Hg), para o interior do termômetro que determinará a temperatura deste material. Caso a temperatura esteja acima de 22^a, as minhocas morrem ou fogem.

Após montagem do minhocário e plantio das mudas, utiliza-se o ambiente da horta para revisar os processos de propagação de calor (radiação, convecção e condução) que ocorre durante o desenvolvimento do cultivo no processo da fotossíntese.

¹³¹ Usando o conceito de temperatura, a região que estava com a maior temperatura esfria, enquanto a que estava com menor temperatura esquenta. Esse mecanismo de transmissão de energia (calor) é chamado de condução (HEWITT, 2015)

6- Refletindo sobre os Impactos Ambientais causado pela queima de matéria orgânica.

- OBJETIVOS: Relacionar conceitos de ciências com o aproveitamento energético dos restos orgânicos.

Nesta etapa observa-se a foto da área cheia de folhas secas (Figura 8), ao redor do ambiente onde se plantou as mudas cultivadas em casa e reflita sobre o seguinte questionamento:

O que fazer com essas folhas secas para limpar o solo?

Figura 9 – Folhas secas ao redor da local da horta



Fonte: Elaboração própria

Neste ambiente geralmente é realizado capina mensal e muitas vezes para se livrar dos resíduos da capina ateam fogo, além de usarem gasolina para o funcionamento da máquina.

Discuta com seus colegas sobre essas ações e as consequências dessa prática para o meio ambiente:

- 4- *O procedimento de atear fogo nos restos orgânicos é a melhor maneira de se livrar desse lixo?*
- 5- *Esse procedimento pode causar algum dano que pode afetar ao ser humano e ao meio ambiente? Em caso afirmativo, fale sobre esses danos.*
- 6- *Existe outra forma de se livrar desse lixo? Em caso afirmativo, cite uma solução que não agrida o meio ambiente e nem o ser humano.*

Para ajudá-los a solucionar os questionamentos propostos será exibido um vídeo referente as mudanças climáticas intitulado “O que causa o aquecimento global” (Figura 9).

Figura 10 –O que causa o aquecimento global



Fonte:¹³²

O vídeo de 3:45 min é uma animação do Jornal do Senado que explica o mecanismo que está provocando o aquecimento global, e faz uma reflexão sobre os maiores responsáveis pela emissão de poluentes na atmosfera e como minimizar os impactos causados no ambiente.

Após exibição do vídeo, vocês verbalizarão as respostas dos questionamentos realizados sobre a problemática e dando prosseguimento a aula será exibido um vídeo de Thenório (2018) que realiza um experimento referente a simulação da chuva ácida através da queima de combustíveis fósseis (enxofre) e os efeitos sobre os seres vivos utilizando uma rosa (Figura 10).

¹³² Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=Oe0npq64-LI>>, 2015..

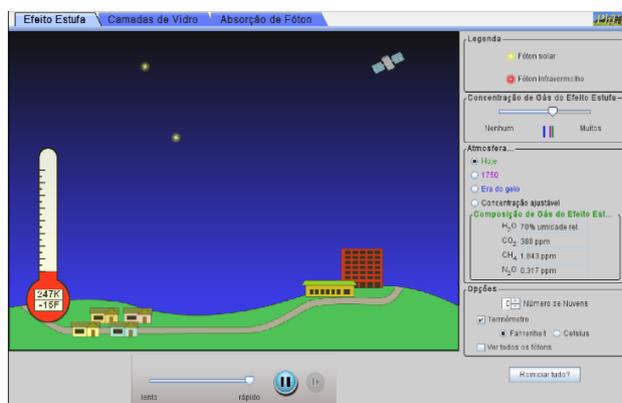
Figura 11 – Faça chuva ácida em casa



Fonte:¹³³

Dando sequência a aula e por meio do simulador *Phet* você observará como os gases do efeito estufa afeta o clima e a atmosfera, sendo possível fazer um comparativo com a Era Glacial e com os dias atuais. Além de estabelecer uma relação entre a concentração dos gases do efeito estufa com a alteração que ocorre na temperatura global, ainda poderá comparar o efeito estufa com o efeito de painéis de vidro (vidraças), mostrando como a luz interage com as moléculas de forma que os gases atmosféricos contribuam para a intensificação do efeito estufa (Figura 11).

Figura 12- Simulador Phet – O Efeito Estufa



Fonte:¹³⁴

¹³³ Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4&t=168s>.

¹³⁴ Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse>.

Vale ressaltar que normalmente, a metade da radiação do sol passa por esses gases na atmosfera e atinge a Terra. Os gases de efeito estufa, no entanto, refletem grande parte da energia térmica de volta à superfície da Terra. Quanto mais gases de efeito estufa houver na atmosfera, mais energia térmica será refletida de volta à superfície da Terra. O excesso de gases de efeito estufa na atmosfera ao absorver e emitir radiação irá provocar o aquecimento da Terra. A relação entre as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono e temperatura, evidencia que à medida que o dióxido de carbono aumenta, a temperatura global aumenta (BEAR; RINTOUL, 2016).

Como atividade avaliativa, você produzirá um folheto explicativo *Canva*¹³⁵ utilizando os conceitos científicos trabalhos desde o preparo do solo até o plantio. Esse trabalho será postado para apresentação na próxima aula.

¹³⁵ Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>.

7- Será que o homem tem contribuído para mudanças climáticas no planeta?

Revisando e complementando os conceitos trabalhados na aula anterior será exibido um vídeo “Mudanças climáticas ” (INEP, 2020), esse vídeo apresenta de forma resumida observação sobre o efeito estufa pelo matemático Jean Baptista Joseph Fourier no século XIX e aprofundamento do estudo dos efeitos desse fenômeno por outros cientistas que mostram as consequências das mudanças climáticas causadas pelo homem no meio ambiente (Figura 12).

Figura 13 - Mudanças climáticas



Fonte¹³⁶

Ainda por meio de vídeo lúdico com a Kika da TV Educativa, será discutido os conceitos referentes as fontes e formas de energia renováveis e limpas¹³⁷ (Figura 13). Após exposição do vídeo, abordaremos as fontes alternativas de energia de forma a refletir sobre as vantagens e desvantagens de cada fonte energética e os devidos impactos para o ambiente como a eólica, solar, termelétrica e hidrelétrica. Além de relacionar e discutir sobre as fontes energéticas presentes na região de forma associar o aumento de energia elétrica com a seca e a opção da utilização da termelétrica, o porquê da não utilização desta fonte de forma regular, mostrando que as termelétrica são movidas a combustíveis geralmente fósseis o que acarreta sérios danos ao ambiente

¹³⁶ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>>.

¹³⁷ Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

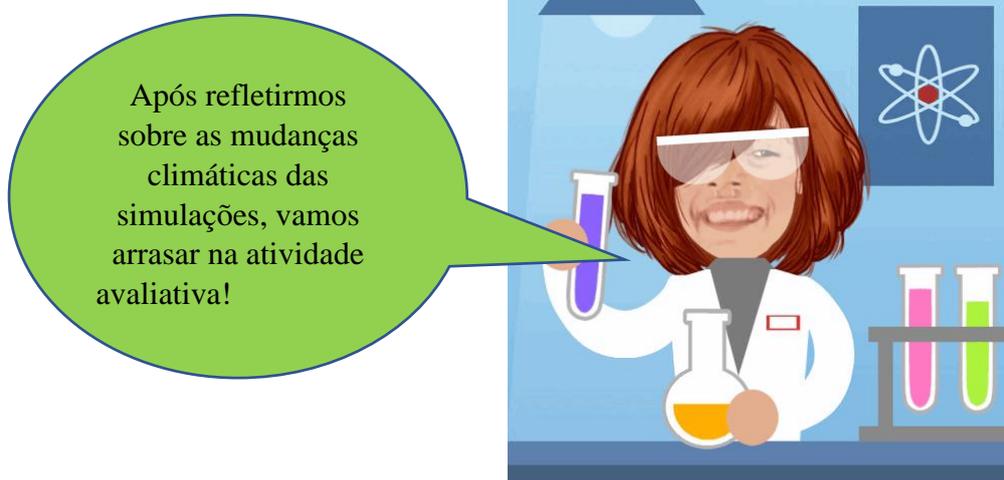
como as mudanças climáticas. Além de se trabalhar o etanol como fonte de energia limpa associando a captura do gás carbônico (CO₂) pelo processo de fotossíntese.

Figura 14 –De onde vem a energia elétrica



Fonte: ¹³⁸

Agora vamos mostrar o que você aprendeu de forma lúdica, no seu celular você colocará o link enviado e após autorização, num período de 30s registrará as suas respostas que serão computadas no meu computador e quando todos terminarem, haverá a análise de todas as questões e analisaremos os acertos de cada educando.



¹³⁸Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=FRhWawmqjHQ>>.

8. Relacionando conceitos sobre reaproveitamento energético da matéria urbana.

- **OBJETIVOS:** Reaproveitar matéria orgânica para mudança de comportamento em relação ao meio ambiente e dar subsídio para construção de uma horta doméstica sustentável.

Agora vamos para o Laboratório de Ciências, fazer papel reciclável com sementes (papel semente), cada um irá confeccionar a capa do seu caderno de registro das atividades pertinentes ao projeto. Além da capa do caderno, você deve criar opções de utilizar o papel semente para confecção de embalagens, cartões, convites e construir hortas caseiras com as sobras do trabalho (Figura 14).

Figura 15 – Confeção da capa do caderno de anotações com papel semente



Fonte: Elaboração própria

É importante ressaltar que a produção do papel semente é fácil e ajuda a proteger o ambiente. Necessitando apenas de papel usado, 2 baldes, 2 a 4 telas de tamanhos variados, liquidificador de preferência industrial, mas pode-se utilizar o caseiro, semente de vegetais pequenas, recipiente de plástico retangular tendo como parâmetro o comprimento e a largura da maior tela de forma que encaixe no recipiente plástico (Figura 15).

Figura 16 – Confeção de papel



Fonte: Elaboração própria

Siga as etapas e produza papel semente:

- Coloca-se o papel picado de molho por dois dias;
- Bate-se com um pouco de água e coloca-se a polpa em um balde;
- Utiliza-se um fundo de garrafa pet para fazer de copo que servirá de medida. Coloque água em um terço do recipiente retangular e adicione nessas duas medidas de polpa na água, coloque um pouco de um único tipo de semente para que facilite a identificação do vegetal que irá germinar.
- Espalha-se a semente sobre a tela retiradas do recipiente;
- Utiliza-se uma folha de jornal para retirar o excesso de água, pressionando levemente contra a polpa presa a tela, após esse procedimento;
- Coloca-se a tela com o lado do papel para baixo sobre numa mesa e com um pano seque pelo lado de dentro da tela seque até a polpa soltar da referida tela e coloque para secar por 1 dia, pendurando pelas pontas com um pregador no varal, improvise um varal com barbante. A cada papel produzido, deve-se colocar uma medida de polpa na água (BORGES, 2017).

Quando estiver totalmente seco, ele solta do jornal automaticamente e para a textura ficar mais fina, deve-se improvisar uma prensa com vários livros ou algo pesado e plano, como um pedaço de madeira de espessura larga.

A textura do papel depende da quantidade de polpa que se coloca no recipiente.

9. Criando um sistema de irrigação autônoma.

- **OBJETIVOS:** Utilizar os conceitos construídos na SD para a construção de uma horta automatizada com Arduino.

A rega dos cultivos na horta, mesmo com a escala dos educandos é um dos grandes problemas e normalmente, ocorre a morte dos cultivos e para sanar esta dificuldade propõe-se um sistema inteligente de irrigação automática. Vocês terão o desafio de criar um sistema automático de irrigação seguindo os critérios a seguir:

Usando a criatividade, seu projeto deve ser prático e sustentável e adaptável a tecnologia do Arduino¹³⁹, além de se utilizar a válvula solenoide e o sensor de umidade. O projeto deverá ser apresentado em dupla e recomenda-se a utilização do aplicativo Canvas para registro dele (Figura 16).

Figura 17 – Peças obrigatórias no projeto de irrigação.



Fonte: Elaboração própria

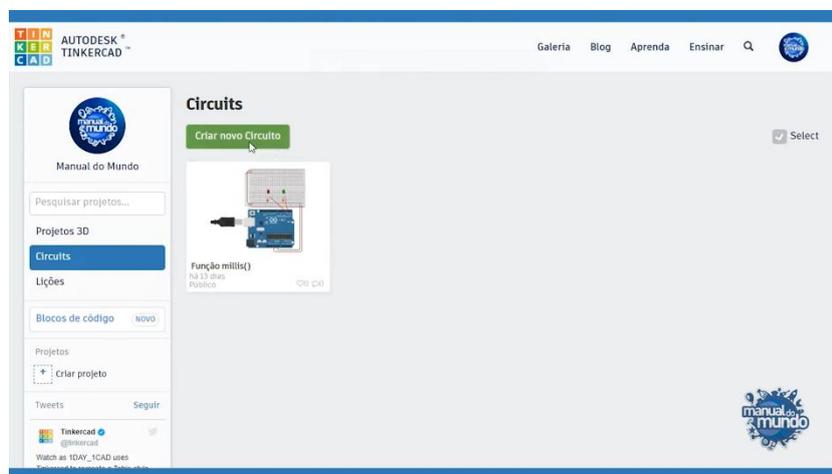
O Arduino deve ser programado e para isto, existe simuladores que já apresentam nas suas bibliotecas a linguagem do Arduino e vários programas. O simulador *Tinkercad* é gratuito, não havendo a necessidade de se cadastrar. Para facilitar

¹³⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xRyePvaMqU>>

o entendimento de como programar, Thenório (2019) faz o passo a passo no vídeo intitulado “Use um Arduino sem ter Arduino” (Figura 17) que demonstra o passo a passo de como programar uma rega inteligente, necessitando apenas da inserção dos dados desejados no projeto.

Vale ressaltar que para programa precisa saber a linguagem de computador e o sistema do Arduino utiliza (C++), porém esses simuladores já apresentam programas nessa linguagem, bastando apenas que se manipule os dados de forma a contemplar as necessidades do projeto.

Figura 18 – Use um Arduino sem Arduino.



Fonte:¹⁴⁰

¹⁴⁰ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=CrHJj4OQ6Sw>>.

10. Implementando o sistema escolhido (Arduino) e a irrigação por gotejamento (Aula de Campo).

🌱 **OBJETIVOS:** compreender o funcionamento do Arduino para automatizar a horta.

Após a apresentação e escolha do projeto do sistema de irrigação inteligente com Arduino devidamente programado, implanta-se na horta escolar, nesta etapa só participará da instalação a dupla que teve o projeto escolhido (Figura 18). As demais duplas participarão através de um vídeo realizado durante a implementação do sistema na escola que será exibido na aula *online* no mesmo dia.

A dupla, com o auxílio do educador, deve de forma colaborativa montar o projeto escolhido acoplado ao sistema inteligente de irrigação no ambiente da Horta Escolar e testar a eficácia do projeto.

Figura 19 - Validação do projeto de irrigação automática



Fonte: Elaboração própria

11. Avaliando a aprendizagem.

Finalizando a aplicação da SD, haverá o momento da avaliação final dos conceitos trabalhados no bimestre (Figura 18). Cada um responderá na plataforma sua avaliação e enviará para correção, além dessa avaliação, peço a gentileza que respondam o questionário que avalia as estratégias utilizadas ao longo do bimestre. A sua participação é de grande importância para que se possa fazer as devidas adequações e oferecer uma dinâmica mais envolvente e criativa nas aulas de Ciências visando tornar a aprendizagem significativa e crítica inserida no contexto social em que vivem.

Aproveito para parabenizar a participação ativa de todos e agradecer a confiança depositada na proposta do Estudo de Energia no contexto de uma Horta Automatizada.

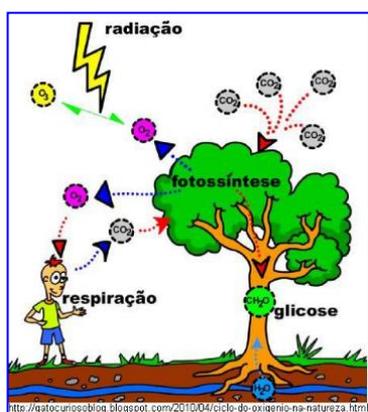
Ainda deve-se avaliar a Sequência Didática para uma avaliação e rever as estratégias utilizadas e os pontos negativos, de forma a aprimorar a SD (Figura 19).

Figura 20 - Avaliação Final da Proposta Educativa

	Colégio Estadual José do Patrocínio	
	Disciplina: Ciências da Natureza Ano: 9º	901/903
	Nível de Ensino: EF	
	Educador (a): Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar	
	Nome: _____	
	<p>Olá galerinha, estamos encerrando o 2º bimestre e com muita alegria pela participação ativa de todos! Obrigada por toda contribuição, vocês arrasaram, orgulhosa de vocês! Agora chegou a hora de mostrarem o que aprenderam, sejam cautelosos e atenciosos! Não tenham pressa!!! Um grande beijo virtual!</p>	
Questionário Avaliativo		
6- Construímos nossa horta no colégio com a participação ativa de todos. Em que aspecto a construção dessa horta pode ajudar na obtenção de alimentos nutritivos? Por quê?		



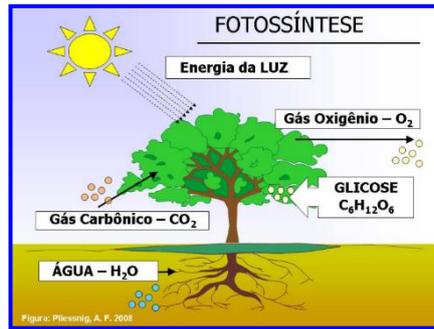
7- Observe a ilustração, ela descreve um fenômeno muito importante para todos os seres vivos. Você sabe associar a produção de alimentos pelos vegetais a algum tipo de energia? Explique como se dá esse processo e se houver alguma transformação de energia, descreva na sua explicação.



8- Sua turma se organizou e resolveu construir uma horta escolar, foi encontrado no local escolhido para realizar o plantio dos cultivos, muitas fezes e folhas secas caídas das árvores. Encontraram também muitas minhocas e começaram a pensar o que fariam para se livrarem das folhas secas e das minhocas. Qual foi a solução dada para limpar o terreno rápido sem matar as minhocas? Justifique sua resposta.



9- Você acha que em um dia ensolarado com vento, o fenômeno da fotossíntese pode ocorrer mais rápido? Em caso afirmativo, explique como a massa de ar e a energia do Sol podem favorecer as plantas para a realização desse fenômeno.



10- A opção escolhida pela turma de realizar o plantio da horta foi o modelo a seguir, localizado próximo a cozinha. O que achou do espaço disponibilizado pela escola? Quais foram as condições necessárias para elaboração da horta idealizada pela sua turma? Justifique sua escolha.



6- Nos períodos de escassez de chuva e de recesso escolar ou até mesmo durante as férias, qual melhor forma para fornecer água para vegetais cultivados, a fim de evitar a desidratação e morte?

7- O Sol realmente é importante para vida na Terra? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaboração própria

Ainda deve-se avaliar a Sequência Didática para uma avaliação e rever as estratégias utilizadas e os pontos negativos, de forma a aprimorar a SD.

Figura 19 – Avaliação da Sequência Didática

	<p>Colégio Estadual José do Patrocínio Disciplina: Ciências da Natureza Educador (a): Suzana Alencar Ano de escolaridade 9º ano</p>	
<p>Nome: _____</p>		
	<p>PREZADO ALUNO, PASSAMOS 11 ENCONTROS JUNTOS, FOI MUITO GRATIFICANTE TER CONTADO COM VOCÊS NAS AULAS <i>ONLINE</i>!!! VOCÊS ARRASARAM!!! AGORA, GOSTARIA QUE ME DESSEM UM RETORNO SOBRE A PROPOSTA DE ENSINO, RESPONDENDO ESSE QUESTIONÁRIO NÃO PRECISA SE IDENTIFICAR!</p>	
<p>1- Você gostou de participar do projeto?</p>		
<p>() sim () não</p>		
<p>Justifique o que gostou ou não gostou no projeto.</p>		
<hr/> <hr/>		
<p>2- Você teve dificuldade em participar das aulas <i>online</i>? Por quê?</p>		
<p>() Sim () Não</p>		
<p>Comente abaixo sua resposta.</p>		
<hr/> <hr/>		
<p>3-Abaixo, comente alguma atividade (<i>online</i>) que mais gostou. Se houver, é claro!</p>		
<hr/>		

4- Ainda sobre as aulas *online*, a dinâmica proposta para o estudo do conteúdo foi:

() Uma maneira diferente e interessante que me ajudou a entender um pouco melhor, mas que demorou muito.

() Uma maneira diferente e interessante, mas que não me ajudou a entender melhor, por isso prefiro aulas presenciais e com explicações no quadro. Além de demorar muito, as aulas tiveram muitas atividades.

() Uma maneira diferente, que ajudou a entender e aprender de uma forma dinâmica e divertida.

5- Você acha que o projeto te ajudou a mudar alguns hábitos alimentares? Por quê?

1- O projeto ajudou a produzir outras mudanças em você em relação ao meio ambiente?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, cite essas mudanças e em qual etapa do projeto elas ocorreram.

 Agora, leia o texto sobre agricultura familiar e responda:

Agricultura Familiar

Visando uma alimentação saudável e adequada, na qual se faz uso de uma dieta variada, de qualidade e sem agrotóxicos, bem como respeitando os hábitos alimentares de cada região, o Governo Federal determina em 2009, que 30% da verba alimentícia do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) seja destinada ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Esse valor deve ser utilizado na compra de gêneros alimentícios diretamente da **agricultura familiar** e do **empreendedor familiar rural**, ou de suas organizações dando prioridade para aos assentamentos da reforma agrária, às comunidades tradicionais indígenas e às comunidades quilombolas.

Com essa iniciativa o Governo incentiva que toda família deve ser uma produtora de alimentos. Os produtos para a agricultura familiar podem ser adquiridos com a participação em projetos escolares ou comunitários.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (CGPAE/FNDE)¹⁴¹ elaborou o Manual de Aquisição de Produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar, que tem como objetivo apresentar o passo-a-passo do processo de aquisição da agricultura familiar acesso no *site*¹⁴².

Esse projeto de alimentação escolar em parceria com a agricultura familiar, tem contribuído muito, pois permite que alimentos saudáveis produzidos pela iniciativa da comunidade, sejam consumidos diariamente pelos educandos da rede pública de todo o Brasil. Em nosso bairro podemos ver vários espaços com plantações de hortaliças!! Você conhece algum? Em relação ao texto, você acha que o projeto “*O Ensino de Energia na Construção de uma Horta Automatizada*”, ajudou a despertar em você o desejo de praticar a **agricultura familiar**? () Sim () Não () Um pouco.

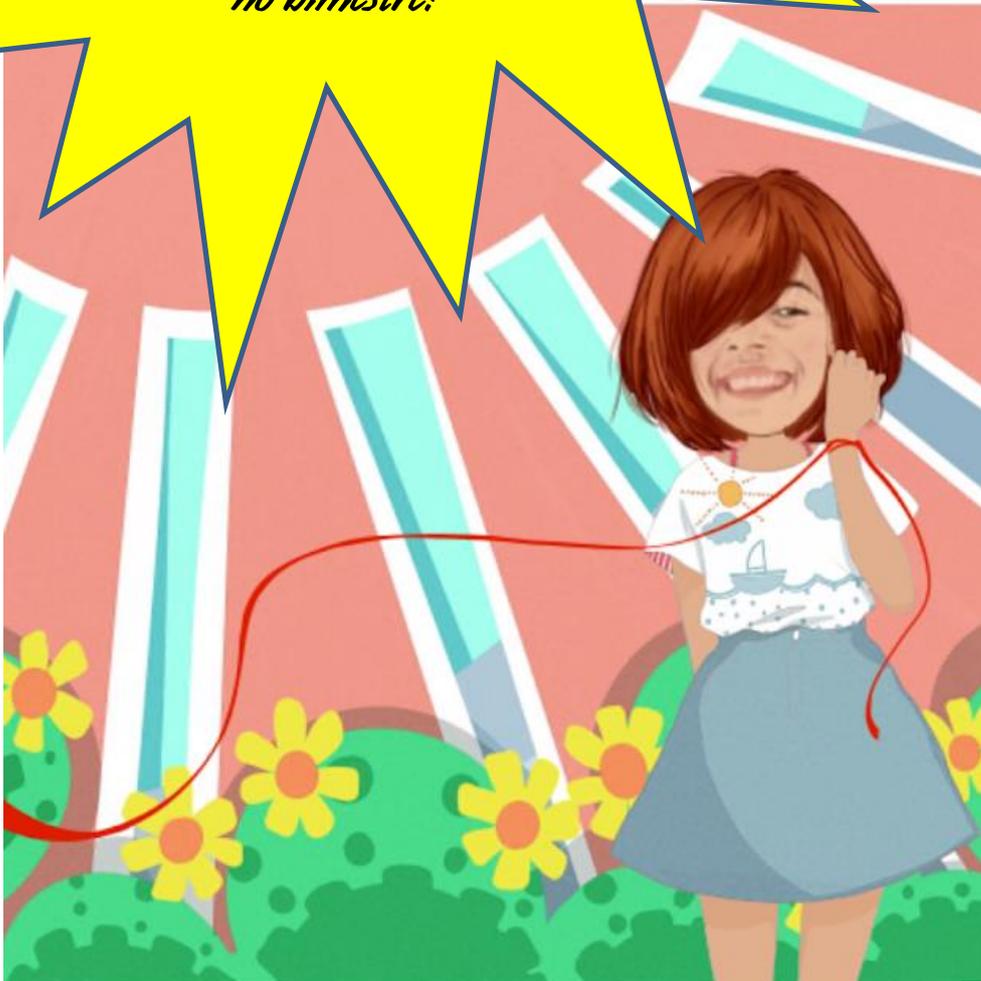
Justifique sua resposta. E tente dizer como você poderia contribuir com a agricultura familiar?

Fonte: Elaboração Própria

¹⁴¹ A aquisição da agricultura familiar para a alimentação escolar está regulamentada pela Resolução atualizada em CD/FNDE nº 04, de 2 de abril de 2015, e dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos educandos da educação básica no âmbito do PNAE.

¹⁴² <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-agricultura-familiar>

*O sol realmente é importante
para vida na Terra?
Responda essa pergunta,
utilizando os conceitos construídos
no bimestre!*



Fim

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEB, 2017. p. 16; 345-352.

CAMPOS, T. T. Aprenda como fazer horta medicinal em casa. *Ciclo Vivo Por Um Mundo Melhor*, 2017. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/horta/aprenda-como-fazer-uma-horta-medicinal-em-casa/>>.

CAMARGO, Leandro da Silva; CAMARGO, Marcel da Silva; CAMARGO, Sandro da Silva. *Smart Irrigation – uma proposta para o uso eficiente da água em hortas escolares*. In: CONGRESSO ARGENTINO DE AGROINFORMÁTICA, 5. ed. 2018.

CARVALHO, J. S. B.; MENDONÇA, C. A. S.; LIMA, I. D. Relato de uma experiência de ensino sobre fotossíntese fundamentada na teoria ausubeliana. *Revista Educação e (Trans)formação*. Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Garanhuns, v. 02, n. 01, p.86, nov. 2016 / abr. 2017.

Crie tiririnhas online com o Canva. Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/criar/tirinhas/>, 2020.

COSTA, A. C. G. da. *Mais que uma lei*. São Paulo, Instituto Ayrton Senna, 1997.

COSTA, A. C. G. da. *Protagonismo juvenil: adolescência, educação e participação democrática*. Salvador, Fundação Odebrecht, 2000.

10 Modelos de folder prontos para você editar e impressionar. Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/aprenda/modelos-de-folder/>, 2020.

FERREIRA, R. Cruz. *Luz na identificação de elementos químicos: unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) interdisciplinar para educação de jovens e adultos (EJA)*. 2019. 454f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2019.

MAIA, D.J.; GAZOTTI, W.A.; CANELA, M.C.; SIQUEIRA, A.E. Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 44-46, 2005.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2000. p. 2-3; 6-21, 2000.

MomentCam Cartoons e Emoticons. Eureka Studios Disponível em: <https://www.google.com/search?q=momentcam&rlz=1C1GCEA_enBR876BR876&oq=momentcam&aqs=chrome..69i57.10838j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 10/01/2020.

Plickers is the free card activity your students will love. Join millions and play in your next lesson. What's the heaviest planet in our Solar System? Venus. Jupiter. Sign in · Plickers · Get Plickers Cards · Get Started. Disponível em: <<https://www.plickers.com/library>>, 2020.

Release your Unlimited Creativity with InShot. Disponível em: <<http://www.inshot.com/>>, 2020.

SANTOS E. L.B; JUNIOR, G. N. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. *Tekhne e Logos*, Botucatu, SP, v.4, n.2, p.8, 2013.

APÊNDICE B
TUTORIAL DO JOGO SHOW DO MILHÃO DA FOTOSSÍNTESE

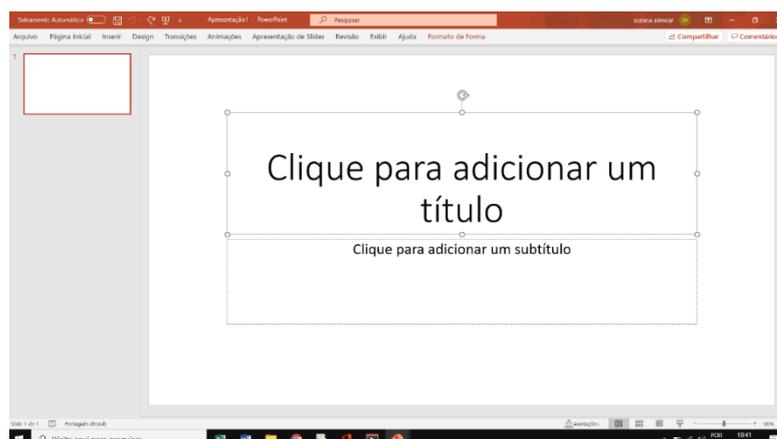
CONSTRUINDO JOGOS NO POWER POINT – SHOW DA FOTOSSÍNTESE

Esse tutorial tem como objetivo ajudar o profissional de educação, em montar seu próprio jogo utilizando a ferramenta do *Windows Power Point*, transformando um simples exercício em um instrumento avaliativo dinâmico e criativo, que visa transformar o processo avaliativo em uma atividade prazerosa para os educandos.

Esse passo a passo dá suporte para montar qualquer jogo ou história utilizando esta ferramenta.

1- Abrir um *slide* e retirar as caixas de texto, basta clicar sobre a linha e deletar, Figura 1.

Figura 1 – *Slide* com caixa de texto

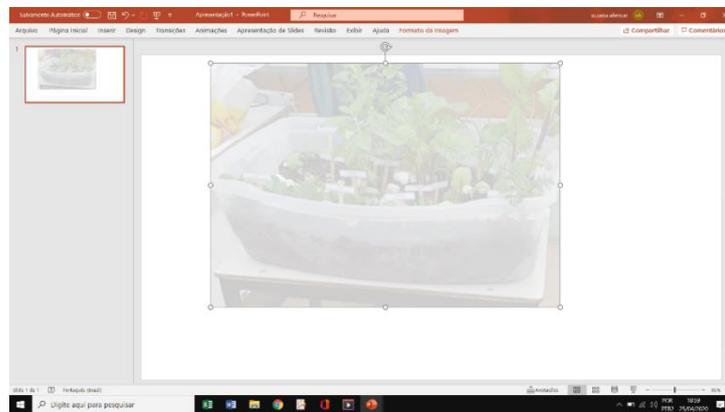


Fonte: Elaboração própria

2- Nesta etapa, será o passo a passo de como montar o cenário de seu jogo didático, o ideal que seja um cenário comum para todos os *slides* de acordo com o assunto que se queira abordar, no caso em questão, colocou-se um protótipo de uma horta.

Em primeiro lugar, deve-se ajustar ao tamanho do *slide*, a moldura, borda e ilustrações de acordo com o tema e escolha do educador. Basta selecionar na opção *inserir*, a imagem do arquivo ou buscar *online*, depois selecionar a imagem e formatá-la, Figura 2.

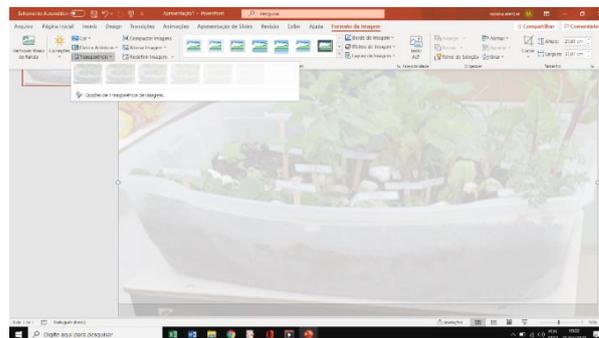
Figura 2 – *Slide* formatação do cenário do jogo



Fonte: Elaboração própria

3- Ainda na opção de *formatar a imagem* pode usar a transparência da imagem para que fique como plano de fundo, Figura 3.

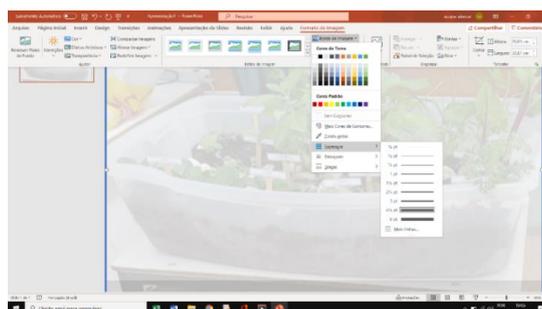
Figura 3 – *Slide* com a formatação da figura



Fonte: Elaboração própria

4- Para inserir a borda basta clicar em borda externa e escolher a espessura e se quiser mudar a cor escolhe e clicar na cor desejada, Figura 4.

Figura 4 – *Slide* com a formatação da borda do cenário



Fonte: Elaboração própria

5- Com o *slide* pronto selecione-o, clique com o lado direito do *mouse* em *duplicar* e copie quantos *slides* forem necessários para produzir seu jogo, Figura 5.

Figura 5 – *Slide* com duplicação do slide



Fonte: Elaboração própria

6- No primeiro *slide* coloca-se uma apresentação para o jogo com ilustrações e nome. Após essa etapa, há necessidade de criar um comando para o jogo, então com o *mouse* clique em *inserir forma* e adiciona uma figura geométrica ou seta, ou o que julgar melhor. Agora, é necessário dar o comando para o botão iniciar, então selecione a figura na borda e clique no *inserir link*, e na opção “*colocar neste documento*” e neste botão o objetivo é dar função ao botão de passar para o próximo *slide*, e o número dele é o 2, deve-se selecionar o *slide 2* e clique em *ok*. Desta forma, quando clicar em iniciar, vai direto para o *slide* selecionado, Figura 6.

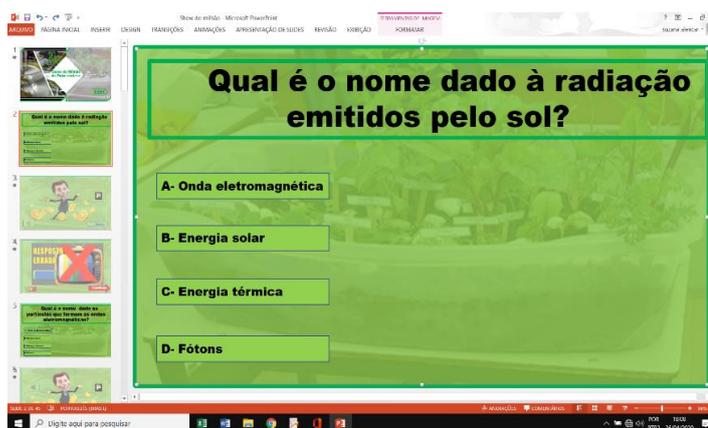
Figura 6 – *Slide* com apresentação do jogo



Fonte: Elaboração própria

7- Após confecção dos *slides*, clique em *inserir caixa de texto* e adiciona a pergunta do jogo. Adiciona a pergunta e depois clique em formas para escolher a figura geométrica e colocar as opções desejadas, edita a resposta na primeira forma geométrica e para facilitar e uniformizar a resposta, copie as outra duas ou mais formas, porém edite as opções diferentes da resposta correta, Figura 7.

Figura 7 – *Slide* com elaboração das perguntas



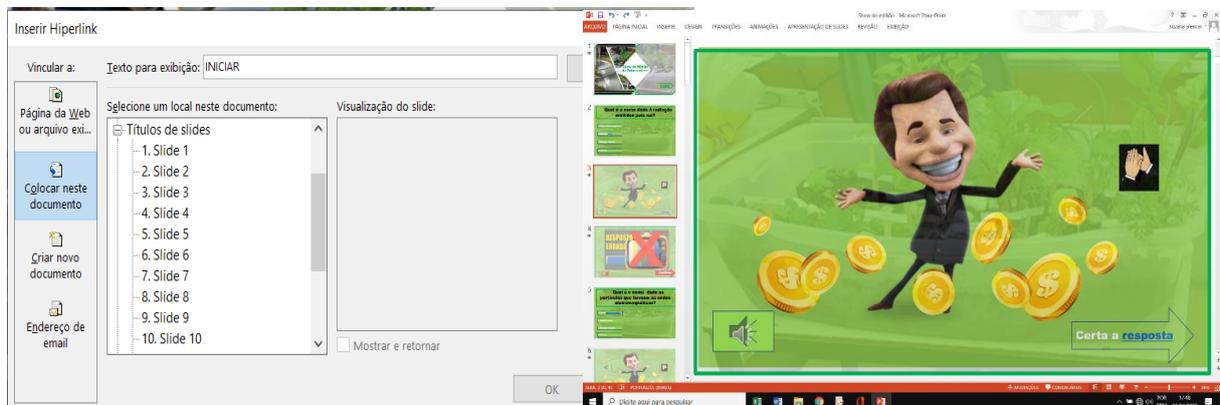
Fonte: Elaboração própria

8- Após digitar as opções, preparar 2 *slides*, um para resposta correta, Figura 8, e outro para resposta errada Figura 9.

No *slide* para resposta correta, coloque um botão *inserir formas*, e na resposta correta, clique com o lado direito do *mouse*, em *link* e na opção, *colocar neste documento*, selecione o número do *slide* da resposta correta, no meu caso, foi *slide* 3. Assim, quando o aluno clicar na resposta correta irá para essa tela, conforme o comando programado, irá receber o elogio ou aplausos que se inseriu. Repete-se o mesmo procedimento no *slide* de resposta correta, coloque outro botão, e na opção *link*, coloque *próximo slide*.

Após inserir todos os comandos desejados, clique com no lado direito do *mouse* novamente e clique na opção ocultar o *slide*, desta forma, passará para o próximo *slide* de perguntas do jogo.

Figura 8 – Slide com resposta correta



Fonte: Elaboração própria

Repetir o procedimento para a resposta errada. No *slide* para resposta errada, coloque um botão inserir *formas*, e na resposta errada, clique com o lado direito do *mouse*, em *link* e na opção, *colocar neste documento*, selecione o número do *slide* da resposta errado, no meu caso, foi *slide 4*. Assim, quando o aluno clicar na resposta errada irá para essa tela, percebendo que a resposta estava errada de acordo com a notificação desse *slide*, repetir esse procedimento em todas as opções erradas.

No *slide* da resposta errada, coloque outro botão, e no *link* coloque próximo *slide*.

Após inserir os comandos desejados, clique com o lado direito do *mouse* novamente e clique na opção ocultar o *slide*, desta forma, passará para o próximo *slide*.

Figura 9 – Slide com resposta

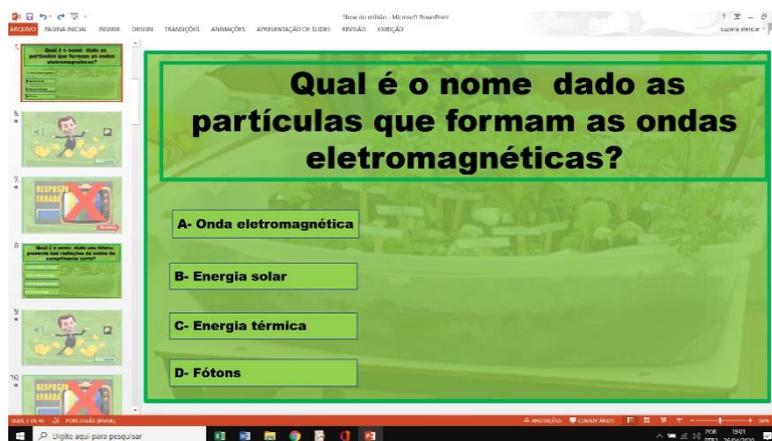


Fonte: Elaboração própria

Repetir esse procedimento após cada *slide* de perguntas, mudando apenas a numeração dos *slides* de respostas certas e erradas, como no exemplo a seguir, Figura 10. Neste caso o *slide* da resposta correta será o 6 e o *slide* da resposta errada será o 7. Uma dica é copiar os *slides* já formatado para colocar embaixo de cada pergunta.

O número de questões de estar relacionado com os objetivos que se deseja avaliar na atividade lúdica.

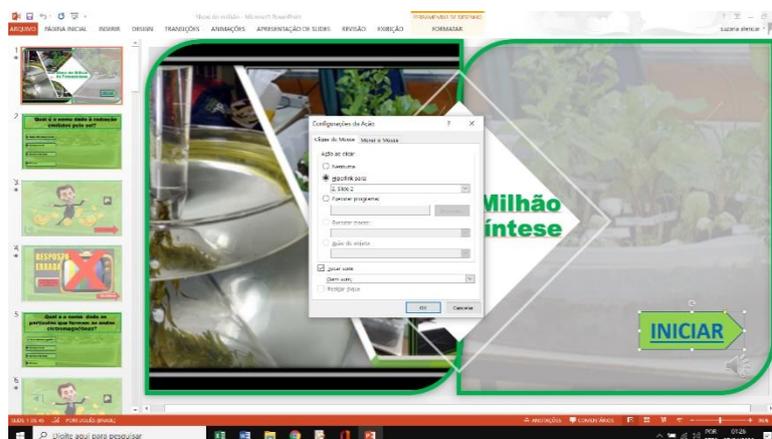
Figura 10 – *Slide* com o botão de comando



Fonte: Elaboração própria

Para inserir sons, adiciona uma *forma* que será o botão, clique em *ação*, seleciona na opção *tocar som*, e escolhe o som que desejar: aplausos, bomba, entre outros. Uma sugestão é colocar no botão da resposta correta um som de aplausos e referir ao *slide* da resposta correta, porque desta forma quando for para a tela do acerto, receberá aplausos.

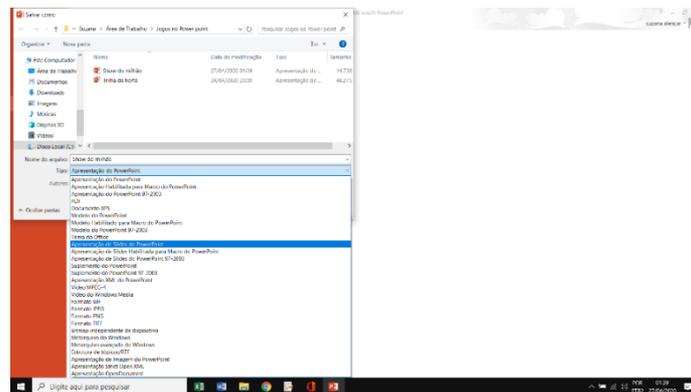
Figura 11 – *Slide* de introdução de som



Fonte: Elaboração própria

Para evitar que alterem o jogo deve-se salvar na opção *salvar como* e selecionar a opção *Apresentação de slides no Power Point* (Figura 12), é importante que se salve também no formato normal para que se possa alterar, caso haja necessidade.

Figura 12 – *Slide* para salvar no formato de apresentação de tela inteira.



Fonte: Elaboração própria

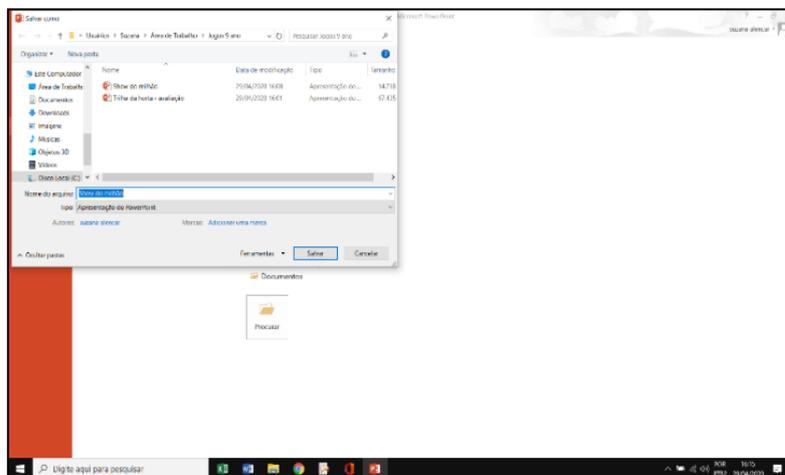
Para evitar que se editem o jogo preparado é aconselhável que salve de 2 maneiras:

1º Abrir a janela de arquivo;

2º Salvar como;

3º Procurar a pasta que se quer salvar e colocar na opção *Apresentação em Power Point*, Figura 13. Esta forma, permite a edição do material para possível elaboração de jogos com outros conteúdos.

Figura 13 - Tela para salvar a apresentação



Fonte: Elaboração própria

A 2ª forma de salvar e evitar edição e perda do material produzido, basta seguir os mesmos passos citados anteriormente e na opção colocar Apresentação do Slides do Power Point.

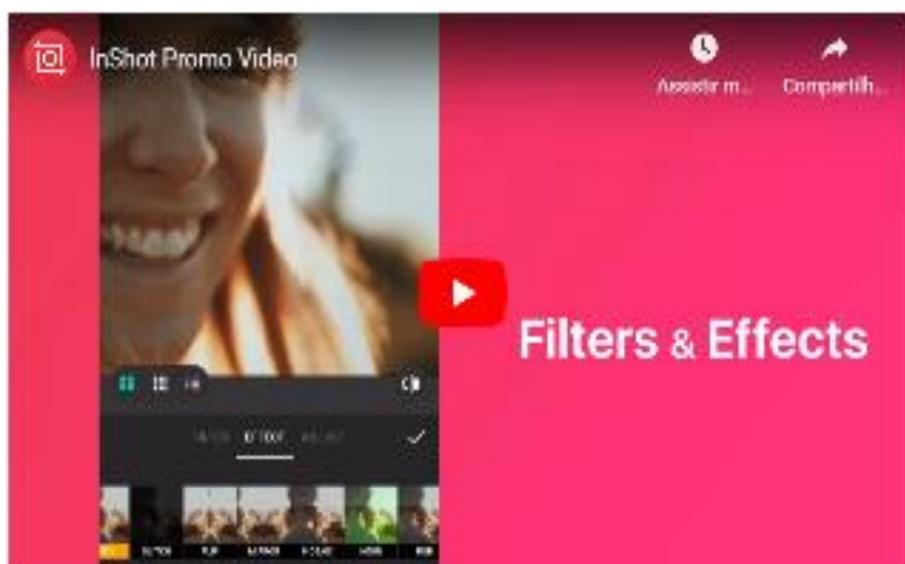
Outros jogos podem ser criados usando os recursos explanados aqui nesse tutorial, como o jogo trilha da Horta Automatizada que será utilizado no final desta sequência como avaliação final da pesquisa.

APÊNDICE C
TUTORIAL DO *INSHOT*

TUTORIAL *INSHOT* -COMO CRIAR VÍDEOS CRIATIVOS NO SMARTPHONE

InShot é um aplicativo gratuito para Android e iOS capaz de postar fotos e vídeos inteiros, sem cortes, no Instagram. Com ele, é possível aplicar bordas com cores, adicionar filtros e, até mesmo, aplicar textos. Para vídeos, o app permite cortar a parte que desejar e inserir um áudio. A abrir o app, você já irá se deparar com uma interface bem simples e intuitiva. Após isso basta clicar em “Vídeo” na aba “Criar novo” e selecionar os vídeos que você deseja usar. A partir daí, será possível selecionar a parte do vídeo que você queira, e deletar o restante não desejado, Figura 1.

Figura 1- Página inicial do aplicativo



Fonte: Elaboração própria

Após esse processo, o vídeo aparecerá em uma tela onde estarão disponíveis várias ferramentas para edição. Dessa forma, é possível mexer no volume, girar, alterar o fundo, colocar o vídeo em tela cheia, e muito mais, Figura 2.

Após deixar o vídeo do seu jeito, basta ir em “Salvar” e escolher se você deseja manter o rascunho para editá-lo no futuro. Por fim, basta selecionar a qualidade em que deseja ter o vídeo. Além de vídeos, você ainda poderá editar suas fotos e colagens de imagens.

Figura 2 – Ferramentas para edição do vídeo



Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE D
TUTORIAL DO *PLICKERS*

PLICKERS – COMO ENSINAR BRINCANDO?

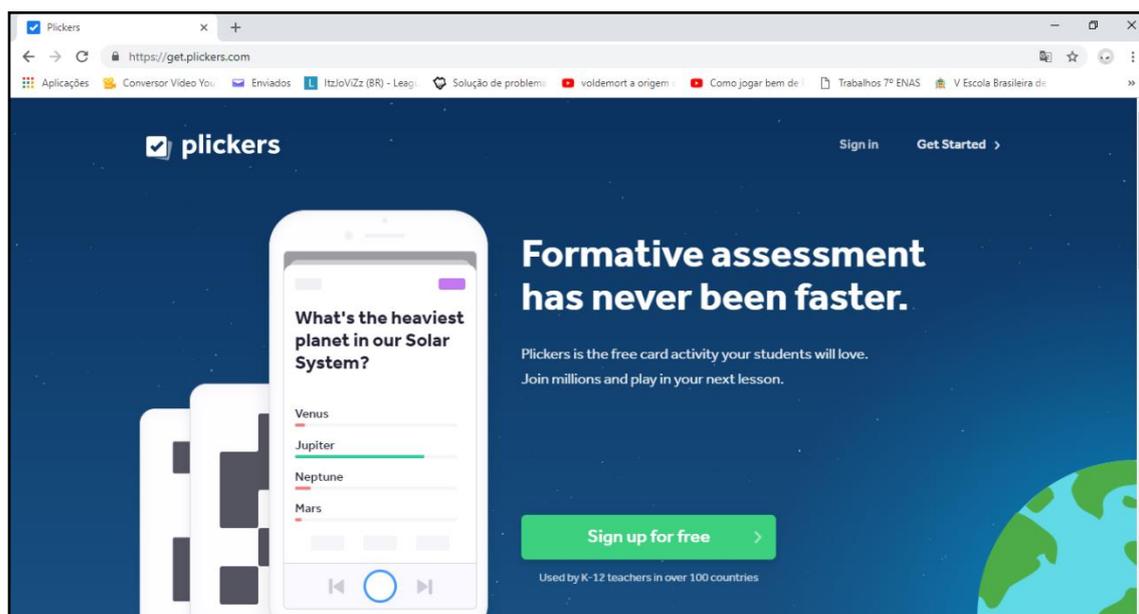
✓ Para início de conversa... O que é *Plickers*?

É um aplicativo móvel que permite a elaboração de questionários de múltipla escolha e possibilita a visualização rápida das respostas individuais fornecidas pelos educandos por intermédio de cartões individuais.

Em outras palavras, o *Plickers* pode ser uma ferramenta útil no processo avaliativo tornando-o mais dinâmico, além de possibilitar a visualização imediata das respostas dadas pelos educandos.

Para conhecer um pouco mais sobre o *Plickers*, basta acessar o endereço eletrônico <https://www.plickers.com/>, Figura 1.

Figura 1 - Página inicial do *site* do aplicativo *Plickers*



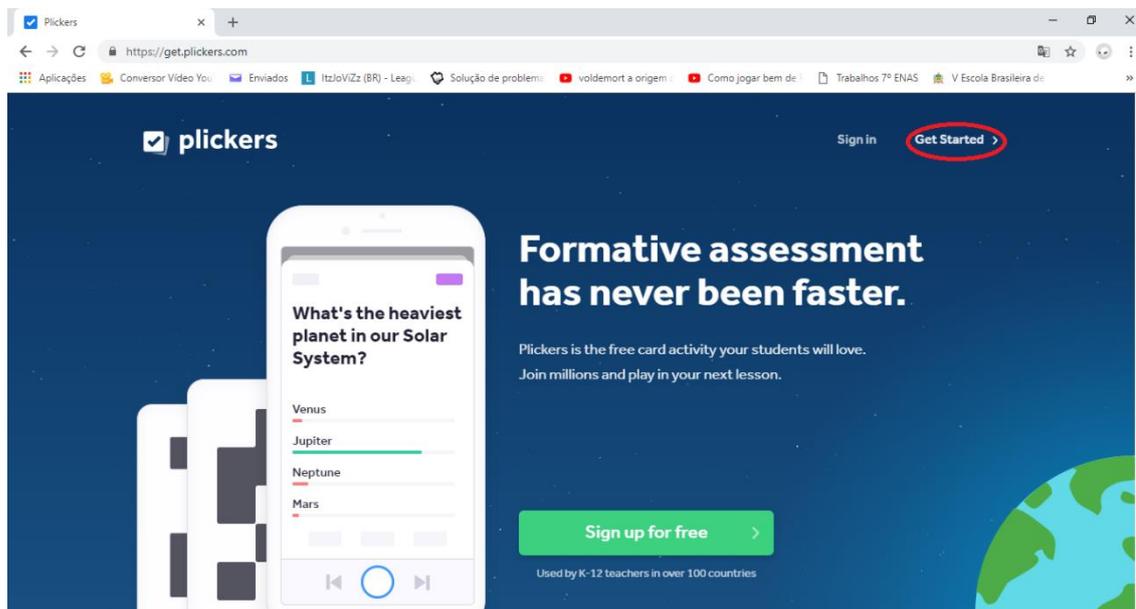
Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

✓ Como efetuar seu primeiro acesso?

Após acessar o endereço eletrônico do *Plickers*, – <https://www.plickers.com/> acompanhe o passo a passo a seguir para realizar o primeiro acesso ao *site*, Figura 2:

- **1º passo:** clique no canto superior direito *Get Started*.

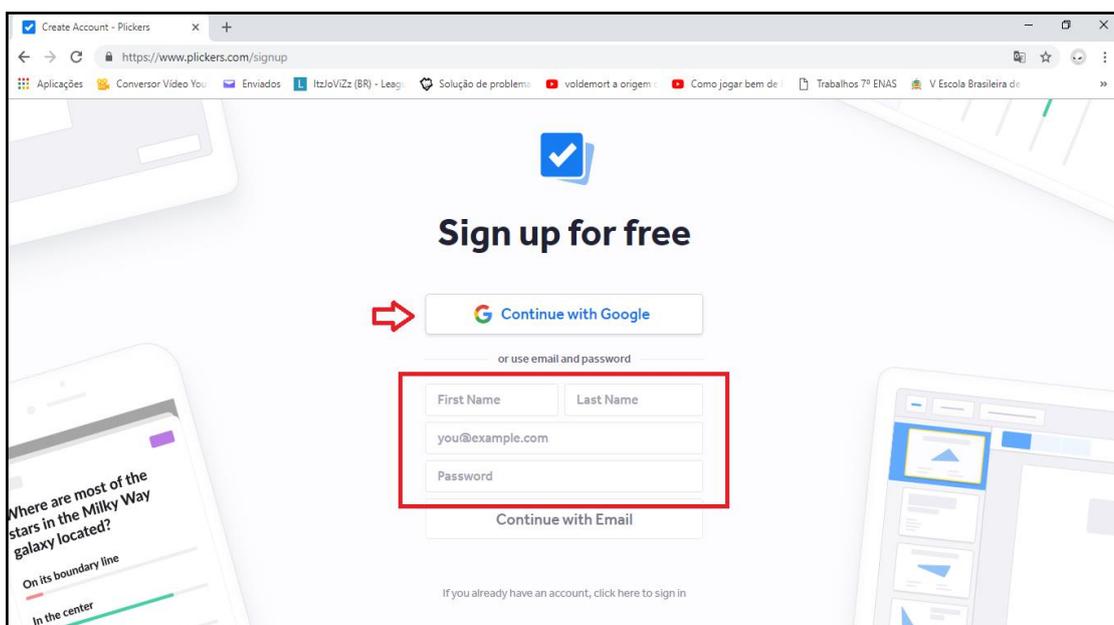
Figura 2 - Destaque da expressão *Get Started* no canto superior direito da tela



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

- **2º passo:** o *site* oferece ao usuário dois modos de se inscrever gratuitamente no mesmo: ou utilizando uma conta *Google*; ou preenchendo os campos em branco na seguinte ordem: nome, sobrenome, *e-mail* e senha, Figura 3.

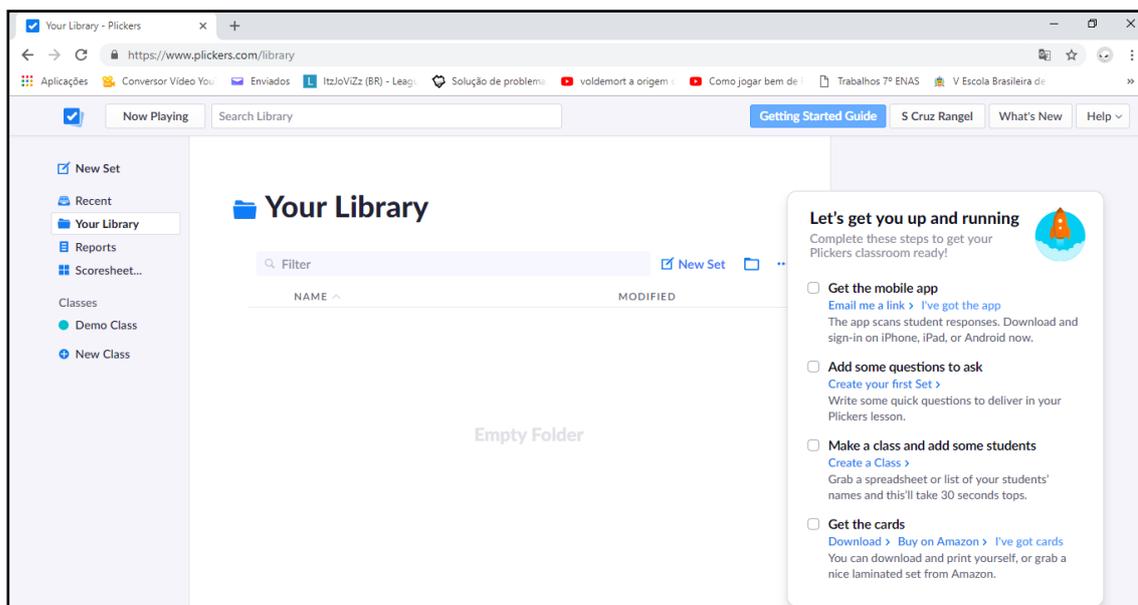
Figura 3 - Opções disponíveis ao usuário para inscrição gratuita no *site* do aplicativo *Plickers*



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

- **3º passo:** após efetuar seu *login*, aparecerá no lado direito da tela uma mensagem para o usuário completar as quatro etapas indicadas para preparar sua sala de aula *Plickers*, Figura 4.

Figura 4 - Instruções indicadas ao usuário em seu primeiro *login*



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

A primeira instrução dada pela mensagem é que o usuário obtenha o aplicativo para dispositivos móveis, pois o aplicativo instalado no celular será responsável por realizar a leitura das respostas dos educandos.

Na segunda instrução, a mensagem sugere que sejam criadas algumas questões com perguntas rápidas e pede para o usuário criar sua primeira lista de perguntas.

Posteriormente, é aconselhável que o usuário crie uma turma e adicione alguns educandos, podendo copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo.

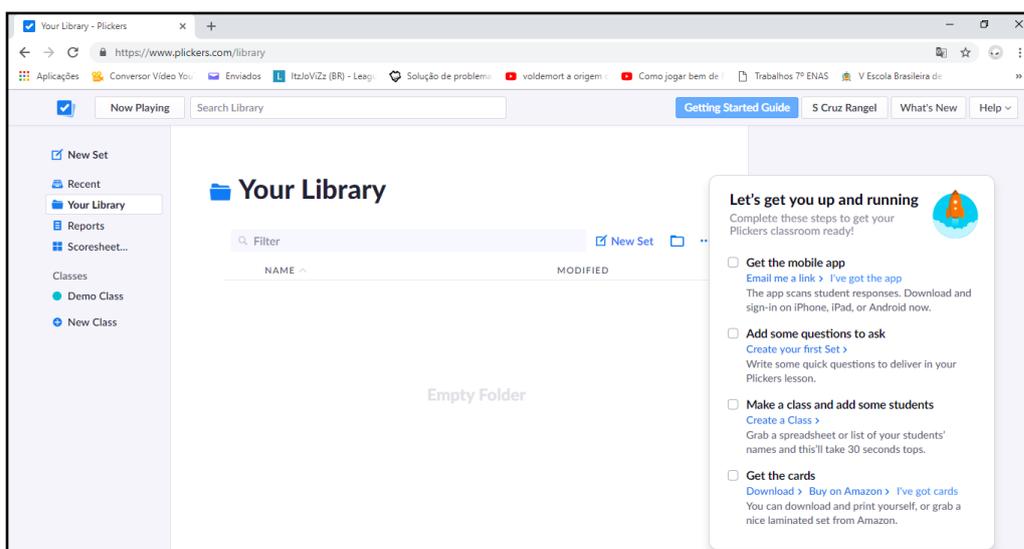
Finalmente, a mensagem recomenda que o usuário faça o *download* dos cartões individuais.

Vamos verificar separadamente cada uma dessas recomendações dadas?

✓ **Instalação do aplicativo *Plickers* em seu dispositivo móvel**

Para instalar o aplicativo no seu dispositivo móvel, você pode pedir que um *email* seja enviado para você (clcando em *Email me a link*) ou procurar em sua loja de aplicativos pelo *Plickers*, Figura 5.

Figura 5- Primeira instrução ao usuário dada pelo *site* do *Plickers*



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

O ícone do *Plickers* que deverá ser instalado em seu dispositivo móvel é mostrado na figura abaixo, Figura 6:

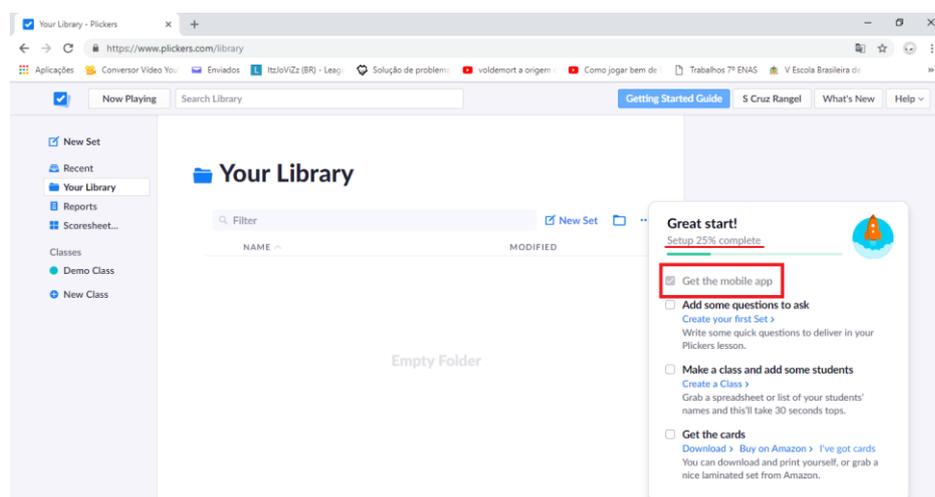
Figura 6 - Ícone do aplicativo *Plickers* para aplicativos móveis



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Após a instalação do aplicativo em seu dispositivo móvel, automaticamente aparecerá que esta etapa se completou na página inicial do *Plickers*, Figura 7.

Figura 7 - Página inicial do *site Plickers* após conclusão da primeira etapa

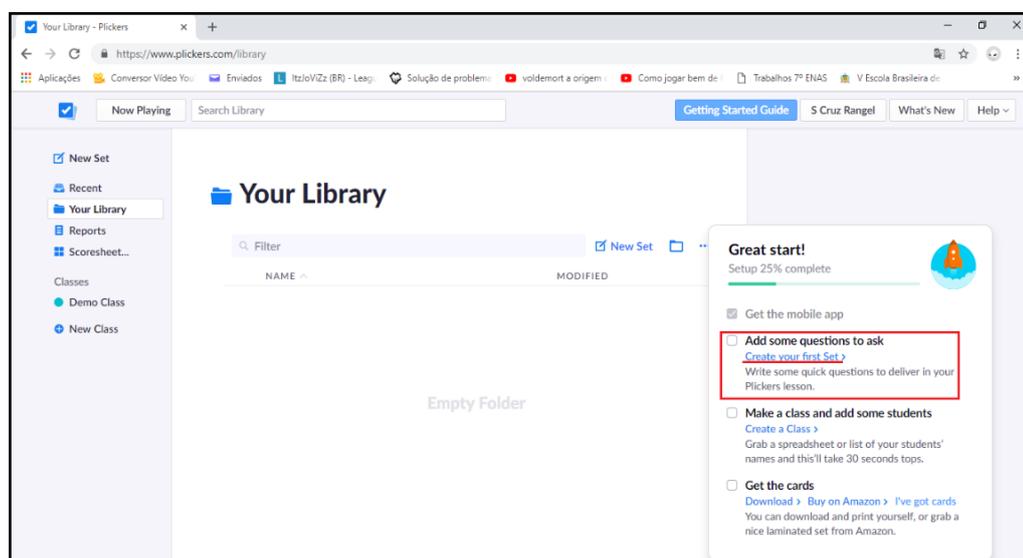


Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

✓ Inserção de perguntas

Está na hora de criar sua primeira lista de perguntas. Para isso, vá até a segunda instrução mostrada na mensagem e acompanhe o procedimento sugerido ao clicar no *link Create your first Set*, Figura 8.

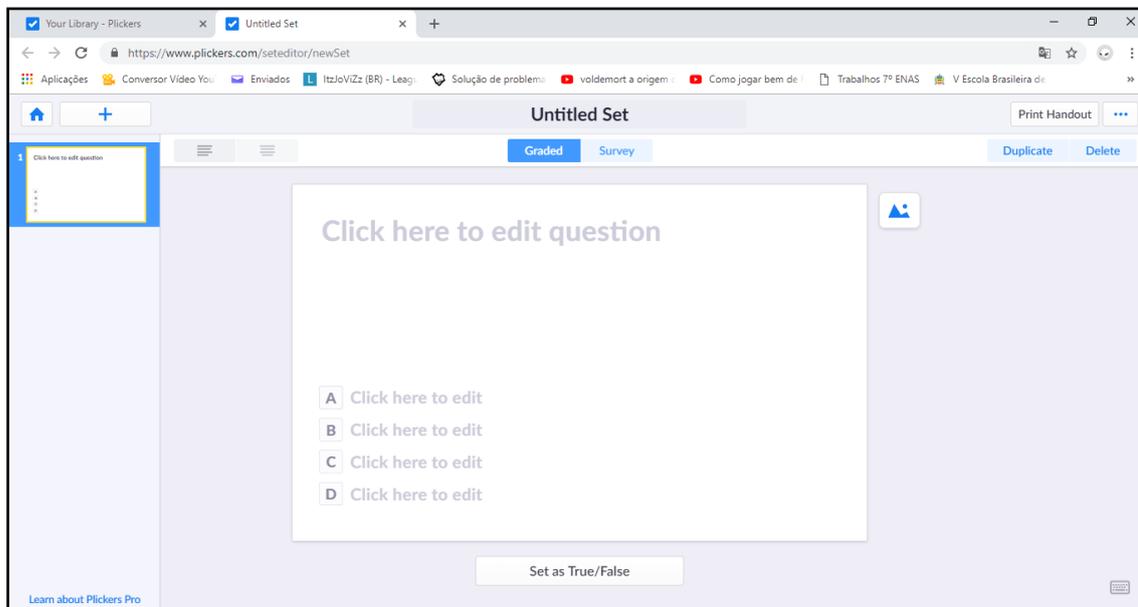
Figura 8 - Segunda instrução ao usuário dada pelo *site do Plickers*



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Automaticamente, o *site* abrirá uma nova aba, indicada abaixo, onde será possível editar questões, Figura 9.

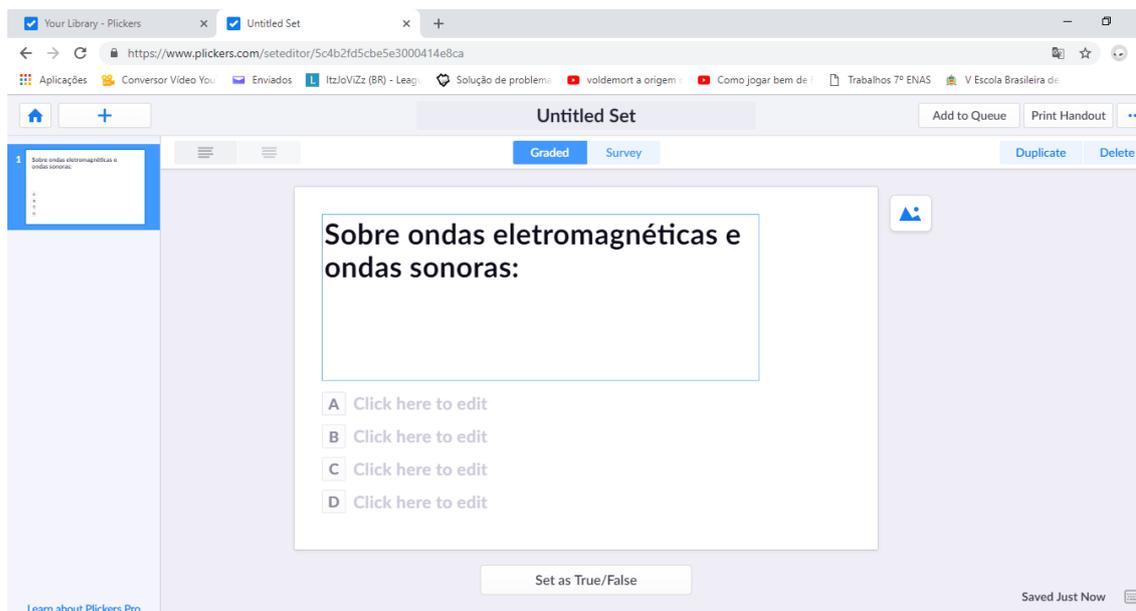
Figura 9 - Nova aba aberta pelo *site Plickers* para inserção de questões



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

10. Digite sua pergunta na caixa de texto fornecida, conforme exemplo a seguir, Figura

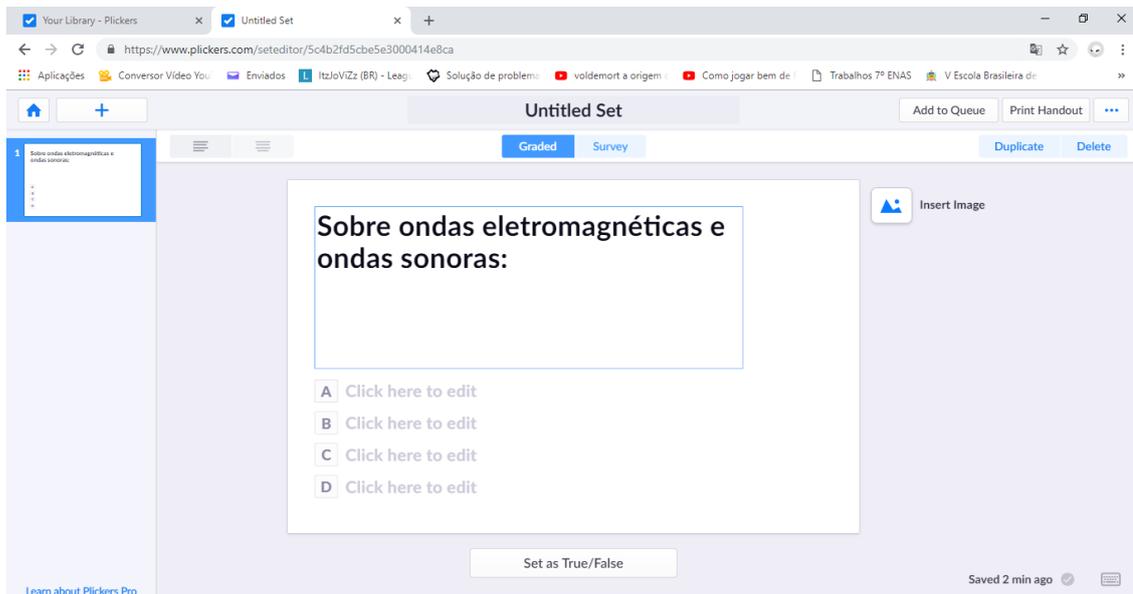
Figura 10 - Exemplo de edição de perguntas



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Além da questão, você pode incluir imagens selecionando a opção *Insert Image* que aparece no canto superior direito da caixa de texto, Figura 11.

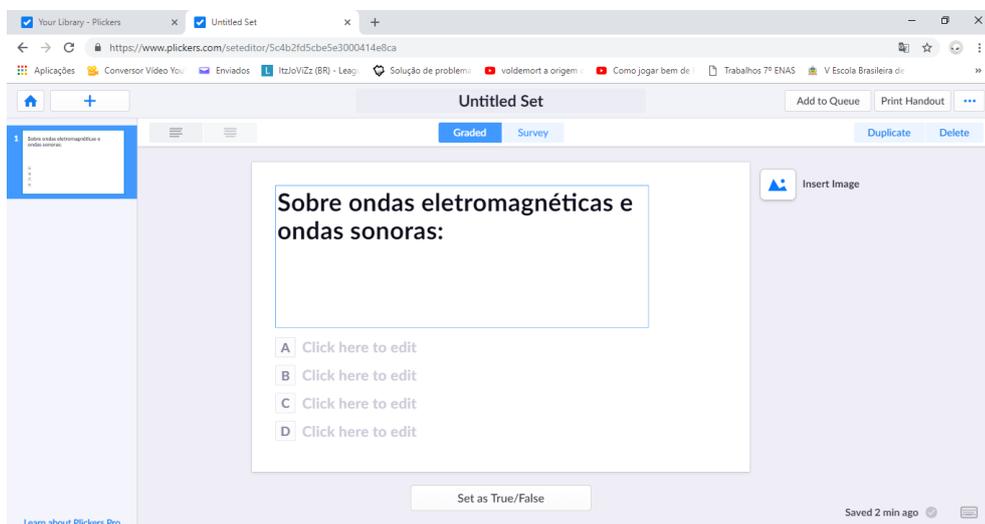
Figura 11 - Destaque do ícone utilizado para inserção de imagens



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Após digitar sua pergunta, ela já vem com quatro opções de múltipla escolha para você editar, ou se preferir, crie uma pergunta de Verdadeiro/Falso, clicando na opção *Set as True/False*, Figura 12.

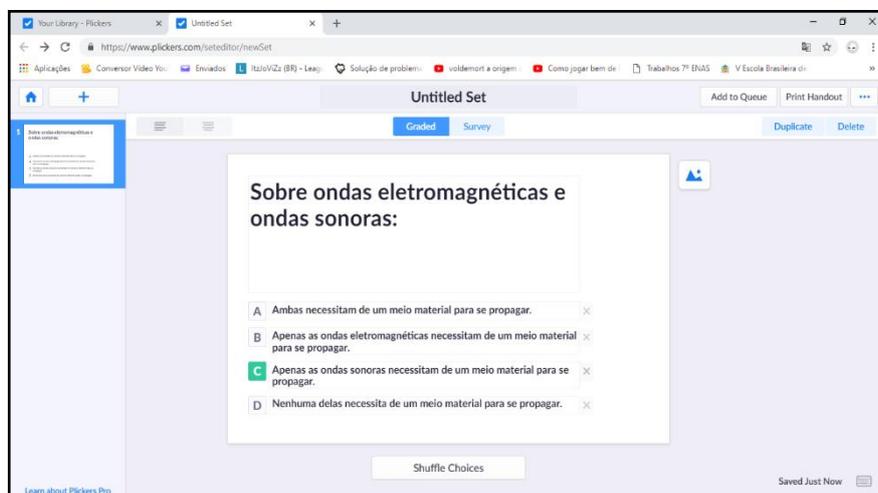
Figura 12 - Opções de uma questão múltipla escolha e opção de questão Verdadeiro/Falso



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Não se esqueça de indicar a alternativa correta, que aparecerá na cor verde, Figura 13.

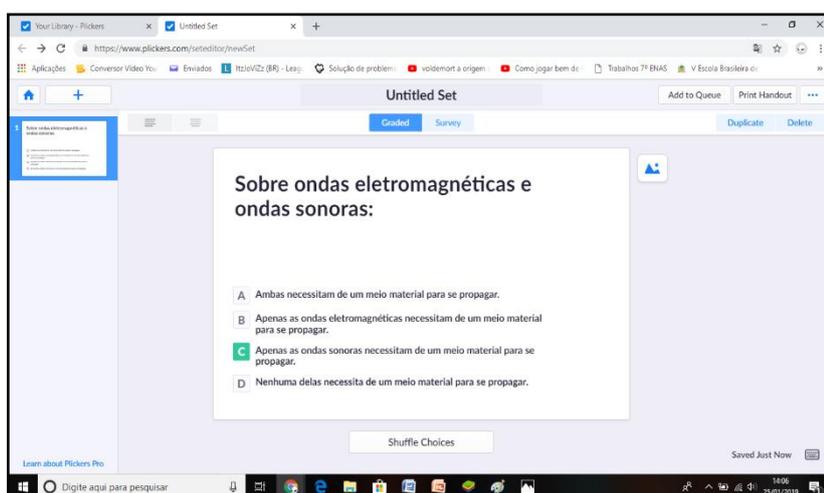
Figura 13 - Seleção de alternativa correta



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Quando finalizar este procedimento, salve sua pergunta clicando na opção *Saved Just Now* (localizada no canto inferior direito) ou clique na opção + (localizada no canto superior esquerdo) para adicionar novas perguntas, Figura 14.

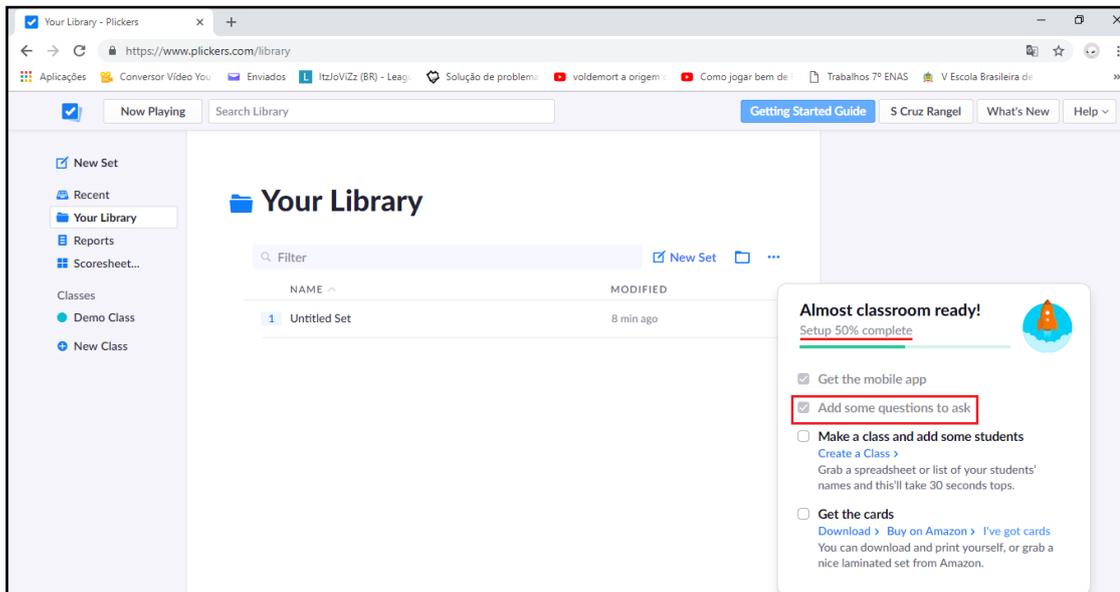
Figura 14 - Opção adicionar novas perguntas e opção salvar questionário



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial da sua conta *Plickers*, aparecerá que você já completou esta etapa e está quase pronto para aula. Sua barra de progresso terá aumentado para 50%, Figura 15.

Figura 15 - Página inicial do site *Plickers* após conclusão da segunda instrução

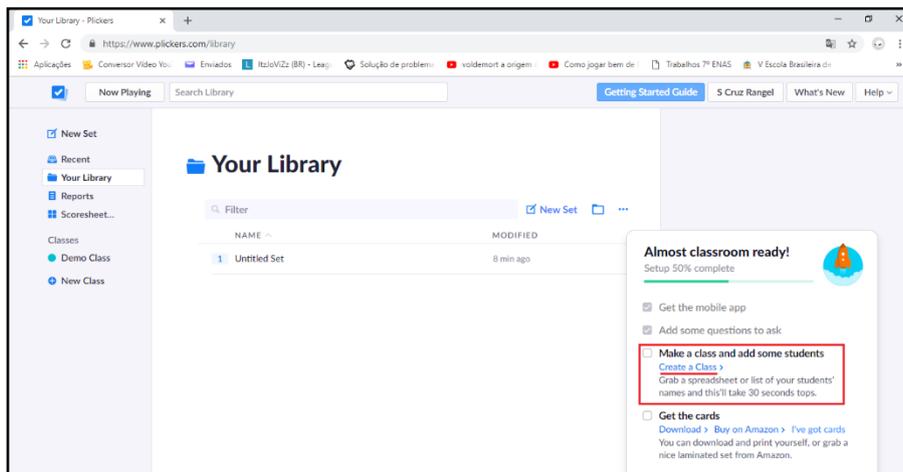


Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

✓ Criação de turmas

Crie sua turma e adicione alguns educandos, sendo possível copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo. Para isso, vá até a opção *Create a Class*, Figura 16.

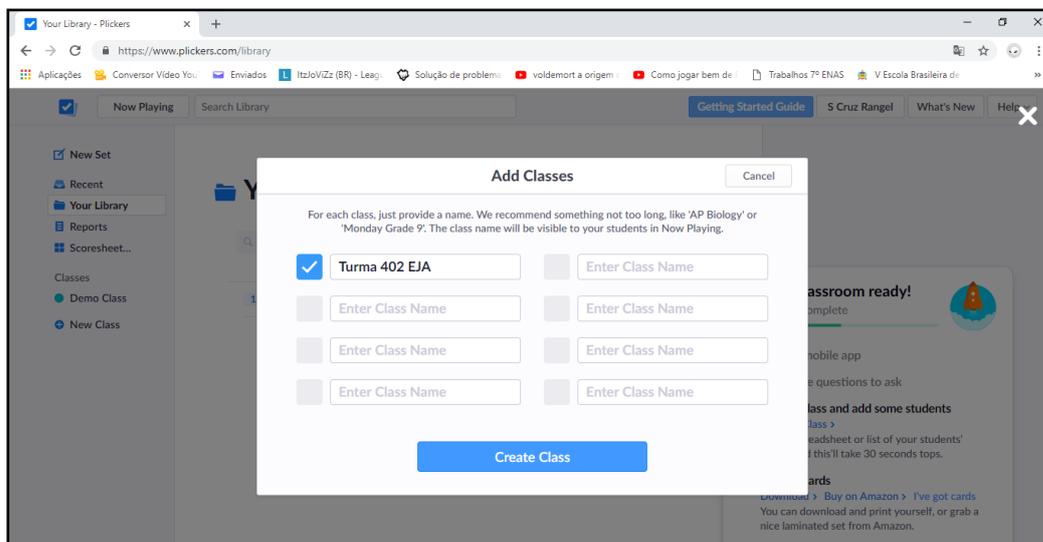
Figura 16 - Instrução de como criar turma e adicionar educandos



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar a opção *Create a Class*, aparecerá na tela várias caixas de texto com a palavra *Enter Class Name*. Clique em uma delas, adicione o nome da turma que você deseja criar, como mostrado no exemplo abaixo, e selecione a opção *Create Class*, Figura 17

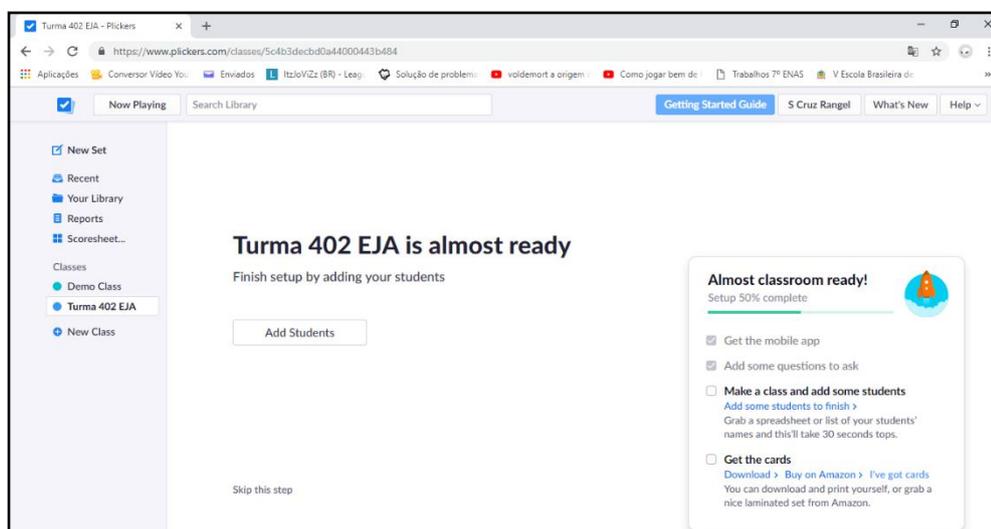
Figura 17 - Criação de turmas no site Plickers



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Após a criação da turma, aparecerá a opção *Add Students*, para que os educandos sejam adicionados à turma, Figura 18.

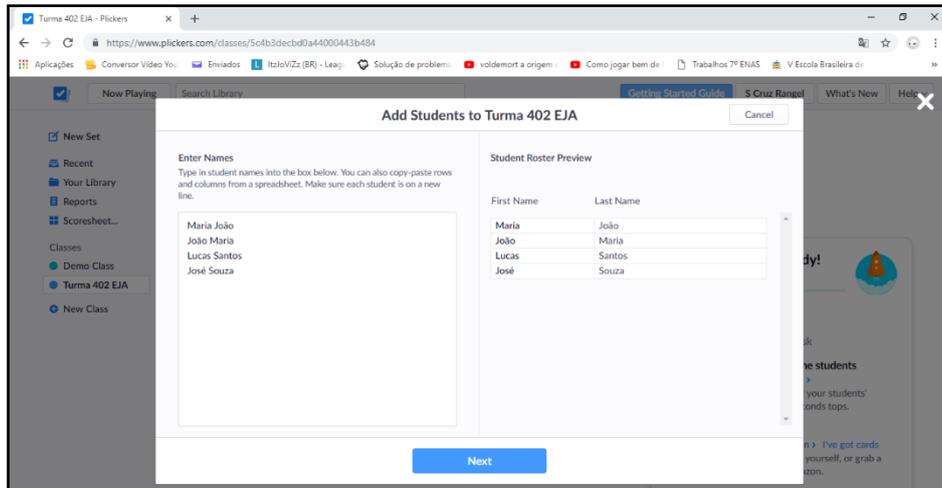
Figura 18 - Adição de estudantes em uma turma



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar esta opção, aparecerá uma caixa de texto para que você possa digitar o nome dos educandos da classe. Fique atento para que o nome de cada um dos estudantes ocupe linhas diferentes. É possível copiar os nomes de todos os educandos de uma só vez, utilizando uma planilha que você tenha em seu computador, por exemplo. Ao finalizar a lista de educandos, clique na opção *Next*, Figura 19.

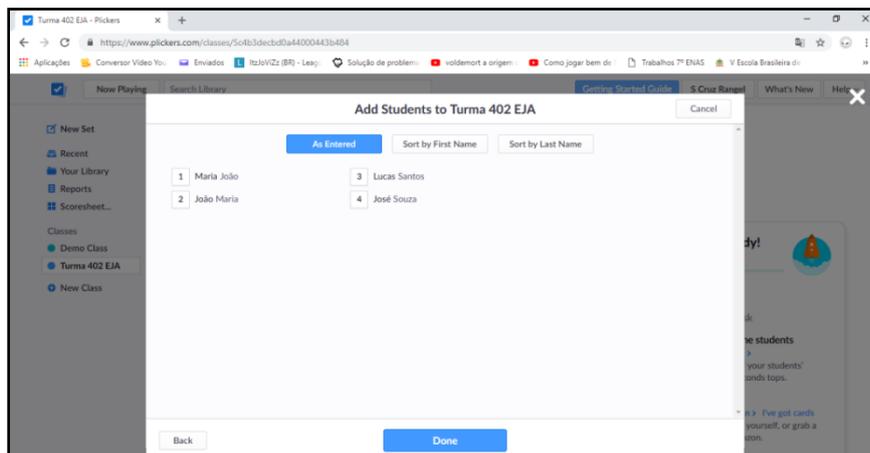
Figura 19- Lista de educandos



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Aparecerá para o usuário, uma nova janela onde para cada aluno é atribuído um número, que será útil mais à frente no que se refere ao seu cartão individual. Confira se os nomes estão corretos e se todos os educandos da turma encontram-se relacionados na lista. Ao finalizar, selecione a opção *Done*, Figura 20.

Figura 20 - Educandos adicionados e seus respectivos números

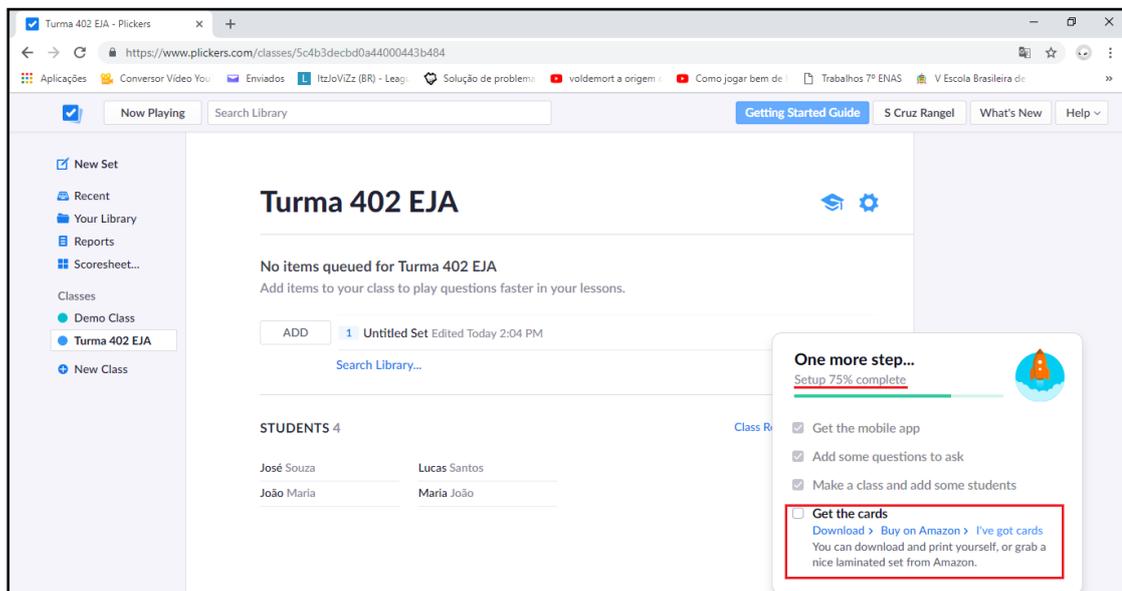


Fonte:

<https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Em sua tela inicial do *Plickers*, aparece que só há mais uma etapa para completar o tutorial e sua barra de progresso encontra-se agora em 75%, Figura 21.

Figura 21 - Exibição da terceira instrução completa na página inicial do *site Plickers*

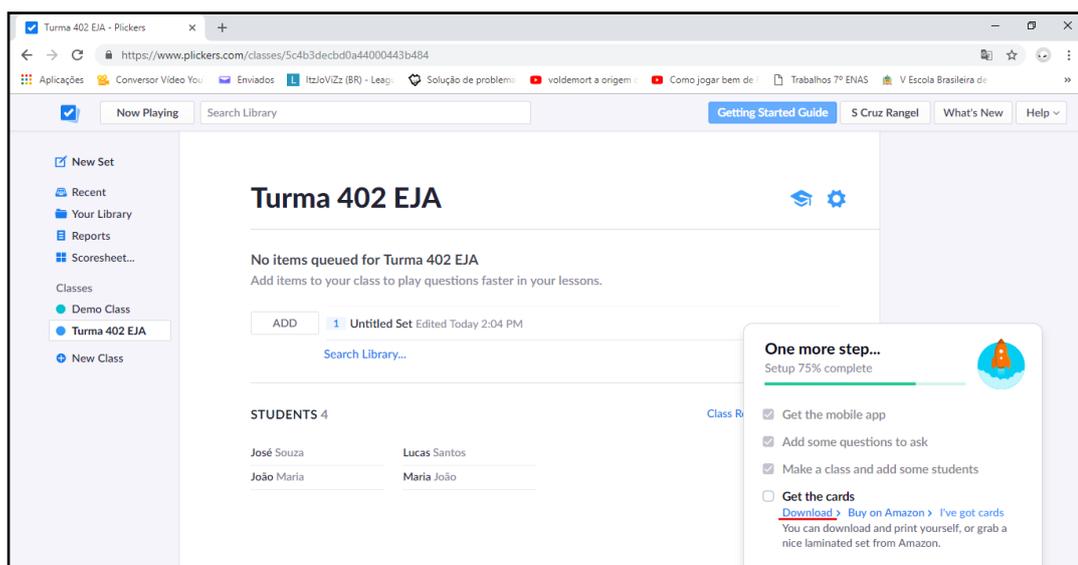


Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

✓ **Obtenção dos cartões**

Para obter e imprimir os cartões individuais que serão utilizados individualmente pelos educandos, durante a execução da aula, selecione a opção *Download*, Figura 22.

Figura 22 - Destaque do *link* utilizado para *download* dos cartões individuais.

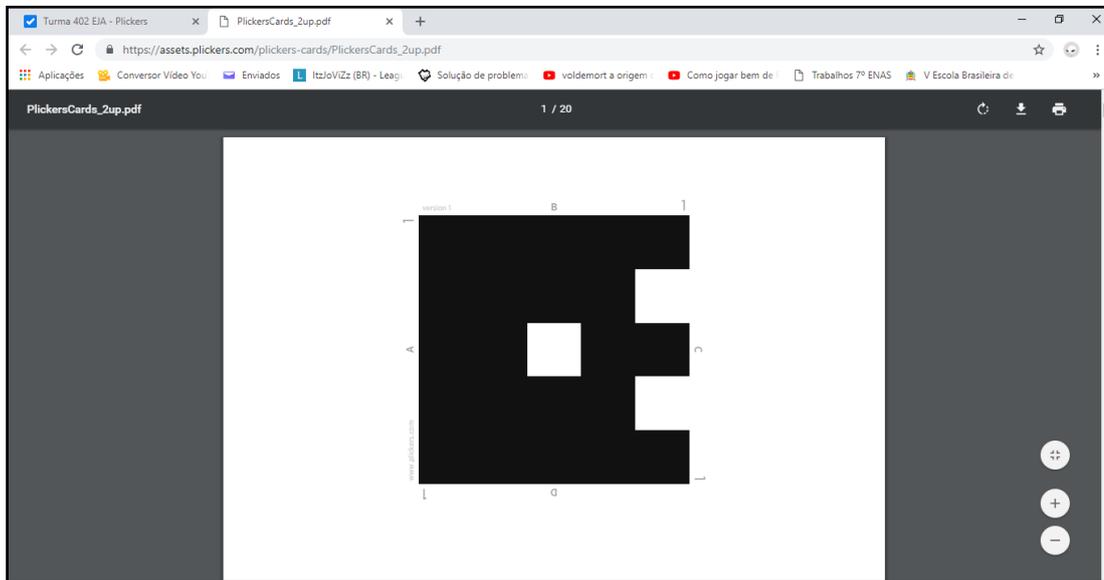


Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Ao clicar em *Download*, o *site* direciona o usuário para uma nova aba que possui um arquivo que pode ser impresso ou salvo na versão pdf, contendo 40 cartões individuais

indicados por números. Cada cartão possui quatro lados correspondentes às alternativas que podem ser selecionadas para as questões criadas, Figura 23.

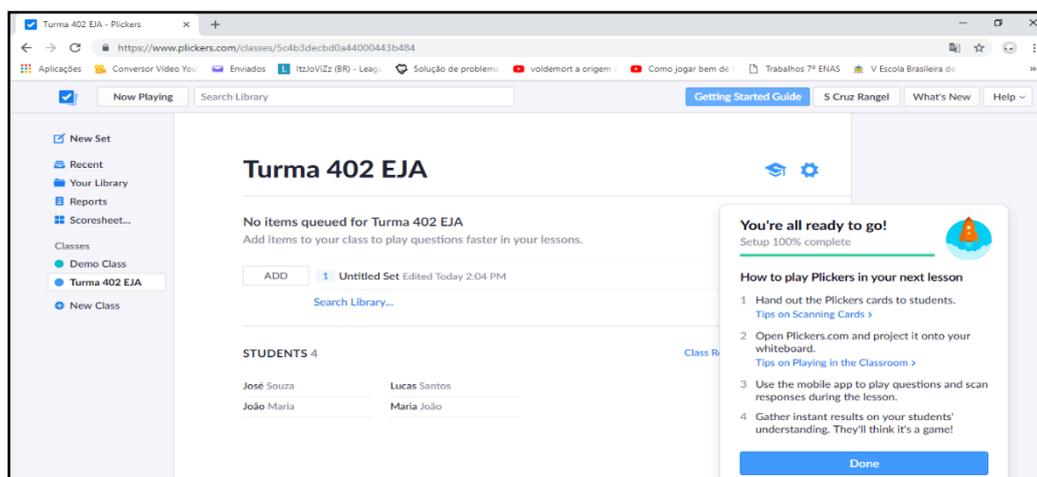
Figura 23 - Aba com arquivo para impressão de cartões *Plickers*.



Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial, o usuário terá finalizado os passos iniciais, completando 100% da barra de progresso, Figura 24.

Figura 24 - Etapas iniciais completas para utilização do aplicativo *Plickers*

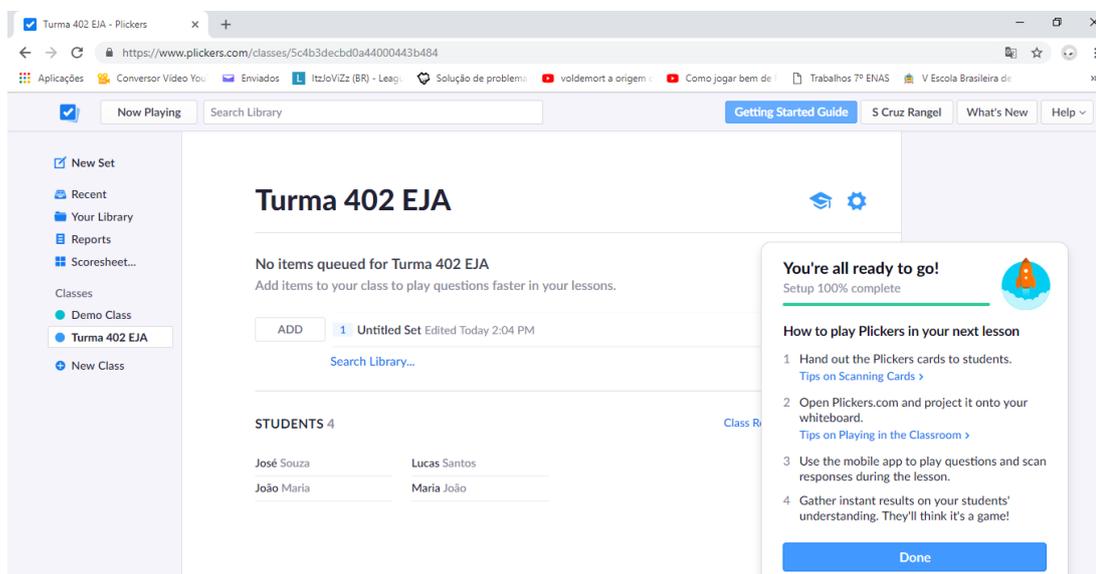


Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

Mas como utilizar o aplicativo *Plickers* na aula?

Agora que você já aprendeu os procedimentos básicos do aplicativo *Plickers*, aparecerá uma mensagem com instruções de como utilizá-lo em sua próxima aula, Figura 25.

Figura 25 - Instruções sobre como utilizar o *Plickers* em sua próxima aula



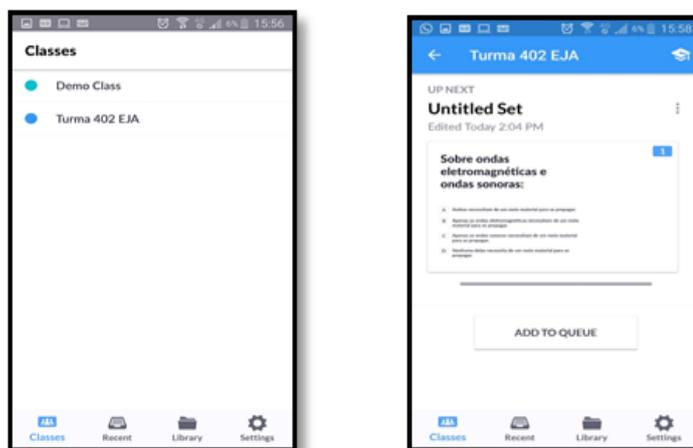
Fonte: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 18/09/2018.

- 1º) Com os cartões *Plickers* impressos, distribua-os para cada um dos educandos;
- 2º) Abra a página do *Plickers* e projete-a no seu quadro branco;
- 3º) Utilize o aplicativo *Plickers* para dispositivos móveis para reproduzir perguntas e verificar respostas durante a aula;
- 4º) Finalmente, obtenha resultados instantâneos a respeito da compreensão dos educandos sobre a aula.

✓ **Dicas importantes para leitura dos cartões**

Para iniciar o processo de digitalização, você precisa selecionar a turma para qual irá realizar uma pergunta e, posteriormente, escolher a questão que você deseja usar no aplicativo móvel do *Plickers*, Figura 26.

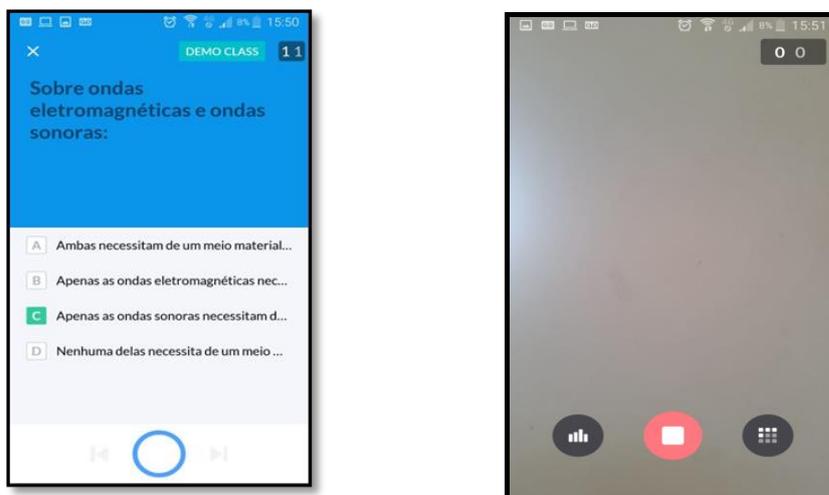
Figura 26 - Seleção da turma e da pergunta no dispositivo móvel para início do processo de digitalização



Fonte: elaboração própria

Após clicar na pergunta desejada, selecione o círculo azul no centro inferior da tela de seu dispositivo móvel para iniciar a leitura dos cartões dos educandos. Ao digitalizá-los, você verá o número de cartões digitalizados com êxito na parte superior do seu dispositivo móvel. Depois de digitalizar todos os seus educandos, pressione o botão de círculo vermelho para interromper a digitalização. A tela do seu dispositivo móvel será atualizada automaticamente, Figura 27.

Figura 27 - Botão azul para início e botão vermelho para término da digitalização das respostas.



Fonte: elaboração própria

Na hora da realização da leitura dos cartões, repare que: verde indica respostas corretas, vermelho indica respostas incorretas, cinza escuro indica respostas inválidas e cinza claro indica que os educandos não foram digitalizados;

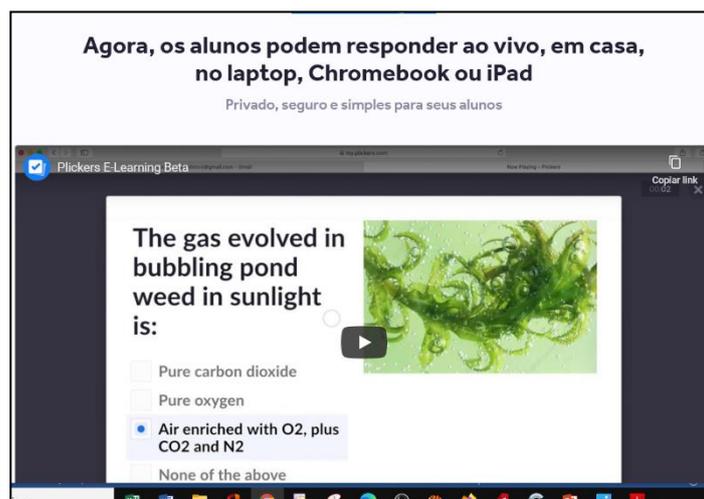
- Se você quiser apagar as respostas e digitalizar novamente, clique em "Limpar respostas do aluno" e você poderá verificar sua turma novamente;
- O *Plickers* funciona *offline*, para que você possa verificar as respostas dos educandos mesmo que não tenha uma conexão com a *internet*;

Para ver os resultados da sua digitalização, clique em mostrar gráfico no seu dispositivo móvel. Você tem a opção de mostrar ou não a resposta correta ao exibir os resultados para seus educandos.

Plickers e-Learning Beta

O *Plickers e-Learning Beta* foi elaborado para usar em casa, cada aluno recebe um código e joga e o educador poderá um horário para que ele possa monitorar. Para fazer esse processo, segue todos os passos do jogo *Plickers* e no próprio site pede para converter para o *Plickers e-Learning Beta* (Figura 28), desta forma gera um link para cada aluno e você compartilha na webcoferência ou sala de aula online como do *Whatsapp via Messenger*.

Figura 28 - *Plickers e-Learning Beta*



Fonte:¹⁴³

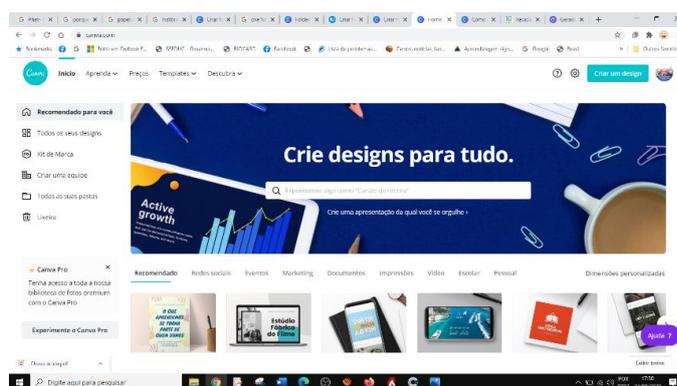
¹⁴³ Imagens: <https://images.app.goo.gl/zwizLoXS7mGCdpk49>

APÊNDICE E
TUTORIAL DO CANVA

TUTORIAL DO CANVA

O aplicativo *Canva* é uma plataforma de design gráfico que permite criar gráficos de mídia social, apresentações, pôsteres, folderes, tirinhas entre outros recursos visuais. Esse aplicativo está disponível de forma online e em aparelhos móveis como celulares e tablets. Nele se encontram milhares de imagens, diferentes fontes, modelos e ilustrações (Figura 1).

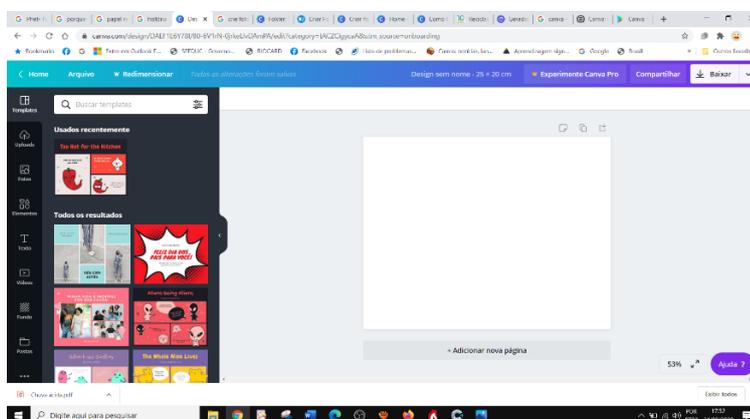
Figura 1 – Aplicativo *Canva*



Fonte: ¹⁴⁴

O uso dessa ferramenta é simples e de fácil acesso, basta que se realize o *login*, utilizando a conta particular *do facebook* ou criação de um outro *email* pessoal. Após efetuar o cadastro, abrirá a página com as várias opções (Figura 2).

Figura 2 – Tela inicial do *Canva*



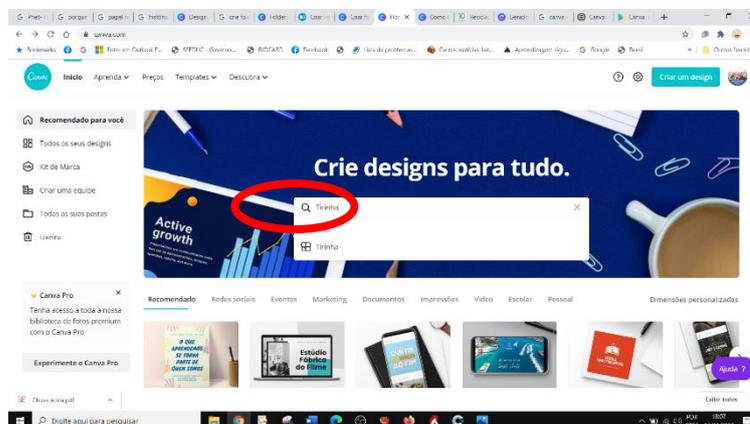
Fonte: ¹⁴⁵

¹⁴⁴ Disponível em: <<https://www.canva.com/>>.

Disponível em: ¹⁴⁴ <https://www.canva.com/design/DAEF1E6Y78I/80-6V1rN-0jrkeLlvDAmPA/edit?category=tACZCigycaA&utm_source=onboarding>.

Na lupa da página inicial , coloca-se o trabalho que se deseja realizar (Figura 3).

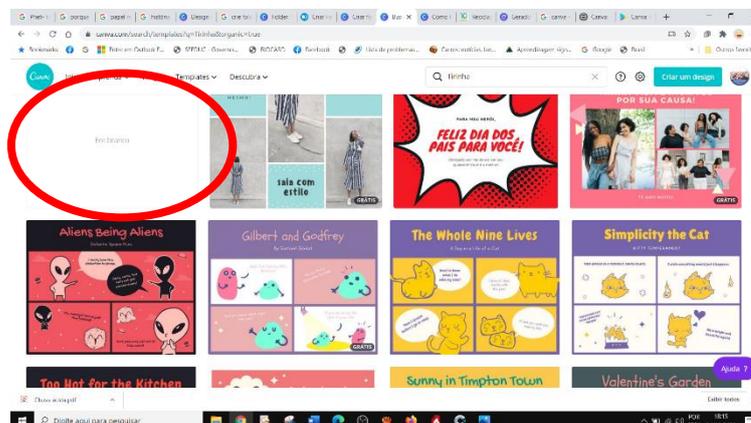
Figura 3 - Identificação do trabalho que deseja realizar no *Canva*.



Fonte:¹⁴⁶

Ao clicar no *enter*, imediatamente irá para a tela com as ilustrações da biblioteca do *Canva* para criação do trabalho desejado (Figura 4). Caso as imagens não estejam de acordo com o almejado, há a possibilidade de baixar as ilustrações e fotos preferência no espaço em branco.

Figura 4 – Biblioteca de imagens do Canva



Fonte:¹⁴⁷

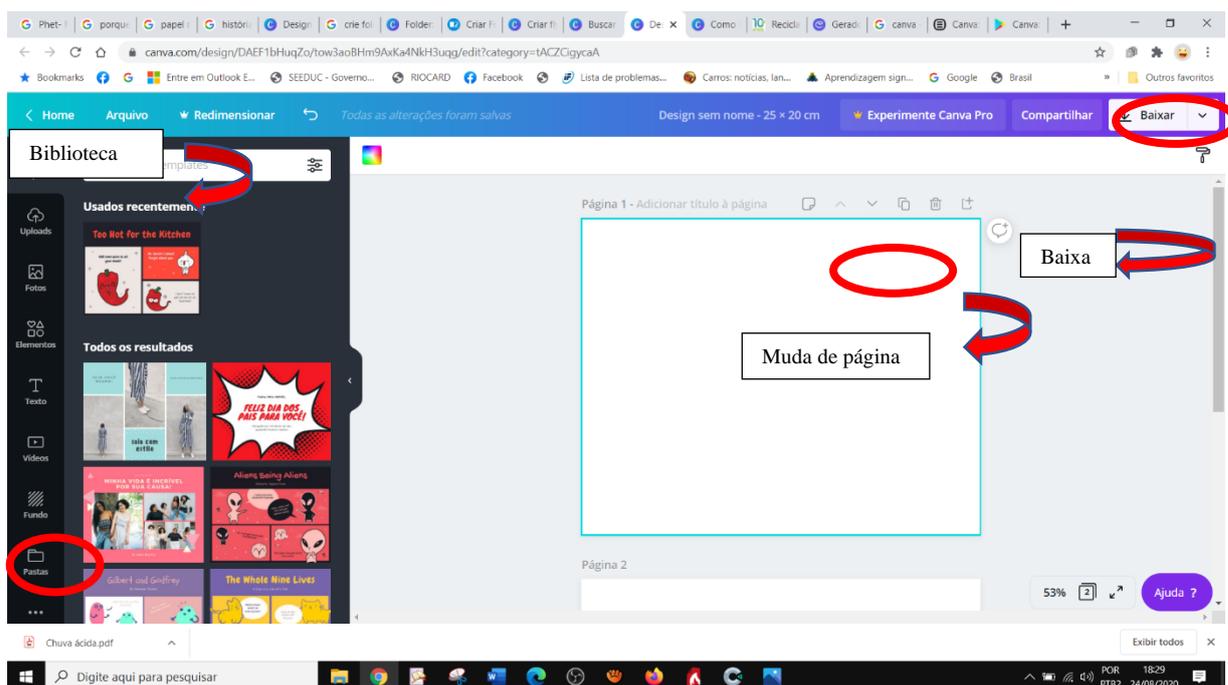
Ao clicar na tela em branco, aparecerá as opções de criar balões, fonte, buscar ilustrações, inserir vídeos ou editar, entre outras sugestões (Figura 5). É importante ressaltar, que o educador deve estimular o aluno a ser criativo e ter originalidade na sua produção.

¹⁴⁶ Disponível em: <<https://www.canva.com/search/templates?q=Tirinha&organic=true>>.

¹⁴⁷ Disponível em: <<https://www.canva.com/search/templates?q=Tirinha&organic=true>>.

Nesta tela há a opção de mudar de página também e desta forma realizar o trabalho em quantas páginas for necessário. Após término do trabalho, clique em baixar e estará disponível para visualizar. Na biblioteca do aplicativo ainda tem a opção “mais”, neste local aparecerá mais opções para utilizar no trabalho, inclusive transformar a sua produção em algo acessível por meio de código *QR Code*.

Figura 5 – Tela de criação do trabalho



Fonte: 148

148 Disponível em:

<https://www.canva.com/design/DAEF1bHuqZo/tow3aoBHm9AxKa4NkH3uqg/edit?category=tACZCigycA>.