FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ANA HELENA CARLOS BRITTES

O ENSINO INTERDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS SOB UMA PERSPECTIVA FÍSICO-QUÍMICA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL

Bagé,
Dezembro, 2017

ANA HELENA CARLOS BRITTES

O ENSINO INTERDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS SOB UMA PERSPECTIVA FÍSICO-QUÍMICA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Marques Martins

Bagé – 2017

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

B862e Brittes, Ana Helena Carlos
O Ensino Interdisciplinar de Ciências sob uma perspectiva físico-química: Sequência Didática sobre Fisiologia Vegetal / Ana Helena Carlos Brittes.
124 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2017.
"Orientação: Márcio Marques Martins".

1. Ensino de Ciências. 2. Fisiologia Vegetal. 3. Físico-química. 4. Interdisciplinaridade. I. Título.

ANA HELENA CARLOS BRITTES

O ENSINO INTERDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS SOB UMA PERSPECTIVA FÍSICO-QUÍMICA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 20 de dezembro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcio Marques Martins
Orientador – UNIPAMPA

Prof. Dr. Leonardo Fantinel
UNIFRA

Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini
UNIPAMPA

Prof. Dr. Nilo Eduardo Kehrwald Zimmermann
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família, ao meu marido Alexandre Ferreira Galio e aos filhos, Pedro Brittes Galio e Mateus Brittes Galio, pelo amor, apoio incondicional e compreensão nos momentos difíceis em que estive ausente durante toda a caminhada deste mestrado.

Aos meus pais, Carlos Eugênio Brittes e Maria Luciana Brittes, e irmãos, Heloísa Brittes e Carlos André Brittes, que me incentivam e sempre apoiam, dando-me forças para sempre seguir em frente.

Ao professor Dr. Márcio Marques Martins, orientador deste projeto, pela amizade, compreensão e troca de conhecimentos durante todos esses meses de trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências que durante este curso não mediram esforços para proporcionar momentos de formação, trocas de experiências e opiniões conosco.

Os colegas deste mestrado, em que durante muitas quintas e sextas-feiras passamos por momentos de busca de nossa qualificação e amizade. Em especial, aos amigos Danieli Freitas, Jordano Machado e Milene Miletto.

Ao Prof. Dr. Alessandro Carvalho Bica, que me incentivou a fazer a seleção deste Mestrado.

À minha amiga, colega de trabalho e irmã de coração Paula Costallat Cantão, que esteve sempre ao meu lado durante todos os momentos, desde o momento em que decidimos fazer a seleção deste curso, nas aulas, orientações, finais de semana e com sua alegria e bom humor me incentivou nos momentos mais difíceis em que achei que não fosse capaz de conseguir vencer neste mestrado.

Ao Colégio Franciscano Espírito Santo e toda a Equipe Diretiva pelo apoio, compreensão e ajustes dos horários para que pudesse participar de toda a formação acadêmica e profissional.

Ao Programa de Auxílio de Pós Graduação (PAPG) desta Universidade pelo auxílio financeiro.

A todos que estiveram comigo durante esta caminhada. Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho descreve a criação de uma Sequência Didática fundamentada em um formato de hipertexto como meio para o ensino de conteúdos de Fisiologia Vegetal em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, composta por 29 alunos em uma escola da rede privada de ensino de Bagé. Utilizou-se como fundamentação teórica a Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e a teoria Sociointeracionista de Lev S. Vygotsky. A fisiologia vegetal é um conteúdo que engloba conceitos de biologia, química e física. Assim, portanto tratada como um conteúdo interdisciplinar que abrange áreas diversas da ciência. A fisiologia vegetal nos permite perceber os padrões de semelhança e diferença entre os seres vivos, levando-nos a uma compreensão mais ampla do mundo natural. Perceber que as plantas se alimentam, respiram e excretam de forma análoga à humana é criar um espaço para percebê-las como seres vivos como nós. A pesquisa realizada foi do tipo intervenção pedagógica, de caráter qualitativo e quantitativo. O método de ganho na aprendizagem foi utilizado para uma análise quantitativa dos dados. Para isso foram utilizados pré e pós- testes sobre o conteúdo de fisiologia vegetal. Como resultado, vemos ganhos na aprendizagem de 34,45%. A produção educacional resultante deste trabalho se constitui num material de apoio composto por um hipertexto com diferentes mídias, roteiros de aulas práticas e experimentais que podem servir de apoio para professores de Biologia do Ensino Médio para ministrar suas aulas sobre Fisiologia Vegetal.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Fisiologia Vegetal; Interdisciplinaridade; Hipertexto.

ABSTRACT

This paper describes the creation of a Didactic Sequence based on a hypertext as an instrument to teach Plant Physiology contents for a Senior High School group, composed of 29 students in a private school in Bagé. The Rand Spiro Cognitive Theory of Flexibility and Vygotsky's Social Interaction Theory were used as theoretical foundation. Plant physiology is a content that encompasses concepts of biology, chemistry and physics. Thus, it is treated as an interdisciplinary content that covers diverse areas of science. Plant physiology allows us to perceive patterns of similarity and difference between living beings, leading us to a broader understanding of the natural world. Realizing that plants feed themselves, breathe, and excrete in a manner analogous to the human manner means to create a space to perceive them as living beings like us. The research carried out was a pedagogical intervention type, of qualitative and quantitative nature. The learning gain method was used for a quantitative analysis of the data. For this, pre and post-tests were used on the content of plant physiology. As a result, we see learning gains of 34,45%. The educational production resulting from this paper constitutes a support material composed of a hypertext with different media, practical and experimental classes that can be used as support for High School Biology teachers to teach their classes on Plant Physiology.

Key words: Science Teaching; Plant Physiology; Interdisciplinarity; hypertext.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Alunos respondendo o pré-teste do Caso 1 48
Figura 2 Alunos no laboratório de informática 48
Figura 3 Aula sobre nutrição orgânica 49
Figura 4 Aula prática “Fotossíntese e liberação de oxigênio” 52
Figura 5 Aula prática na Praça das Carretas 54
Figura 6 Alunos respondendo ao pós-teste do Caso 1 55
Figura 7 Aula sobre estômatos 57
Figura 8 Aula prática “Tirando o ar da folha” 59
Figura 9 Aula prática “Produção de oxigênio na fotossíntese 61
Figura 10 Alunos realizando estudo dirigido 63
Figura 11 Alunos assistindo vídeo de macronutrientes e micronutrientes 64
Figura 12 Aula prática “Condução de água pelo xilema” 67
Figura 13 Alunos visualizando o Caso 3 68
Figura 14 Alunos visualizando o floema 69
Figura 15 Gráfico de barras comparativo 71

INDICE DE QUADROS

Quadro 1 Relação entre recursos e objetivos de ensino e aprendizagem 35
Quadro 2 Objetivos de aprendizagem e descrição das atividades realizadas 37
Quadro 3 Casos e mini casos do site 44
Quadro 4 Síntese das atividades da sequência didática 45
Quadro 5 Evolução do desempenho dos alunos entre pré-teste e pós-teste 70
Quadro 6 Desempenho percentual dos alunos 72
Quadro 7 Valor do ganho normalizado de aprendizagem 73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 REFERENCIAL TEÓRICO 18
2.1 Teoria da Flexibilidade Cognitiva 21
2.2 Teoria Sociointeracionista de Vygotsky 24
3 ESTUDOS RELACIONADOS 28
3.1 Estudos sobre Fisiologia Vegetal 28
3.2 Estudos com Hipertextos X Hipermídias 29
3.3 Estudos sobre Interdisciplinaridade 30
4 METODOLOGIA DE PESQUISA 32
4.1 Objetivo Geral 33
4.2 Objetivos Específicos 34
4.3 Objetivos de Ensino e Aprendizagem 34
4.4 A Intervenção Pedagógica 39
4.5 Desenvolvimento da Pesquisa 41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 43
5.1 Relato da Sequência Didática 43
5.2 Diário de Atividades 45
5.3 Análise da Intervenção Pedagógica 70
5.3.1 Análise Quantitativa 70
5.3.2 Análise Qualitativa 74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 76
7 REFERÊNCIAS 78
APÊNDICE A TERMO DE CONSENTIMENTO 85
APÊNDICE B CASOS DO SITE 86
APÊNDICE C PRÉ-TESTE DO CASO 1 87
APÊNDICE D CASO 1 89
APÊNDICE E SLIDES SOBRE NUTRIÇÃO ORGÂNICA 90
APÊNDICE F AULA PRÁTICA DE FOTOSSÍNTESE 100
APÊNDICE G PÓS-TESTE DO CASO 1 101
APÊNDICE H PRÉ-TESTE DO CASO 2 103

APÊNDICE I AULA PRÁTICA DE ESTÔMATOS 105
APÊNDICE J AULA PRÁTICA TIRANDO O AR DA FOLHA 106
APÊNDICE K AULA PRÁTICA PRODUÇÃO DE OXIGENIO NA FOTOSSÍNTESE 107
APÊNDICE L CASO 2 108
APÊNDICE M CASO 3 109
APÊNDICE N PÓS-TESTE DO CASO 2 110
APÊNDICE O PRÉ-TESTE DO CASO 3 112
APÊNDICE P AULA PRÁTICA CONDUÇÃO DE ÁGUA PELO XILEMA 115
APÊNDICE Q PÓS-TESTE DO CASO 3 117
APÊNDICE R PRÉ-TESTE DO CASO 4 120
APÊNDICE S CASO 4 122
APÊNDICE T PÓS-TESTE DO CASO 4 123

1 INTRODUÇÃO

Mangan e Eysenck (1982) no livro *"The Biology of Human Conduct"*, apresentam duas considerações em relação ao desenvolvimento da Ciência, citando as palavras de Einstein:

> "O conjunto de questões com as quais a ciência tem de lidar expandiu-se consideravelmente ...
> Daí o envolvimento de cientistas isolados inevitavelmente se reduz para um domínio cada vez mais limitado, dentro da totalidade do nosso conhecimento. O que é pior, essa especialização torna cada vez mais difícil acompanhar os progressos nos demais domínios científicos e, por conseguinte, manter uma concepção de ciência, sem a qual o espírito de investigação deve necessariamente sofrer uma profunda perda. Surgindo uma situação semelhante à descrita simbolicamente na história bíblica da Torre de Babel." (MANGAN, G.L, EYSENCK, 1982, PG. ix)

Também citam Vygotsky:

> "À medida que a abrangência dos princípios universais tende para o infinito, seu conteúdo ao mesmo tempo, tende para zero". (MANGAN, G.L, EYSENCK, 1982, PG. Ix)

Tais pensamentos aparentemente contraditórios demonstram que o Ensino em Ciências é um grande desafio para os seus professores. A necessidade da atualização é sempre iminente devido ao constante desenvolvimento da Ciência, entretanto os princípios epistemológicos permanecem os mesmos.

Há uma constante atualização de técnicas de análise e o desenvolvimento de novas teorias, que por vezes, podem contradizer as vigentes. Também a abrangência de um tema e os tipos de abordagem a este devem ser consideradas e relacionadas na transposição didática, com um público-alvo específico.

No caso das Ciências Biológicas, o crescente avanço nas pesquisas em ciências tem permitido melhoras técnicas e tecnológicas em variados aspectos, tais como a promoção da qualidade do meio ambiente, aprimoramento das condições de saúde, desenvolvimento de novas vacinas, aumento na oferta de alimentos e o desvendamento dos mecanismos bioquímicos que regem a vida.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) alertam para as dificuldades atuais do ensino de Biologia:

> "Nas últimas décadas, o ensino de Biologia vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores. Seu conteúdo e sua metodologia no ensino médio voltados, quase que exclusivamente, para a preparação do aluno para os exames vestibulares, em detrimento das finalidades atribuídas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) à última etapa da educação básica. Além disso, temas relativos à área de conhecimento da Biologia vêm sendo mais e mais discutidos pelos meios de comunicação, jornais, revistas ou pela rede mundial de computadores – Internet –, instando o professor a apresentar esses assuntos de maneira a possibilitar que o aluno associe a realidade do desenvolvimento científico atual com os conceitos básicos do pensamento biológico. Assim, um ensino pautado pela memorização de denominações e conceitos e pela reprodução de regras e processos – como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos – contribui para a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com os diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo."(BRASIL, 2006, pg. 15)

Essas orientações também estabelecem como deve ser a interação do conteúdo de Biologia no contexto atual e sua dimensão na formação do cidadão brasileiro, como segue:

> "O ensino da Biologia deve enfrentar alguns desafios: um deles seria possibilitar ao aluno a participação nos debates contemporâneos que exigem conhecimento biológico. O fato de o Brasil, por exemplo, ser considerado um país megadiverso, ostentando uma das maiores biodiversidades do planeta, nem sempre resulta em discussões na escola de forma a possibilitar ao aluno perceber a importância desse fato para a população de nosso país e o mundo, ou de forma a reconhecer como essa biodiversidade influencia a qualidade de vida humana, compreensão necessária para que se faça o melhor uso de seus produtos. Outro desafio seria a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico. Cotidianamente, a população, embora sujeita a toda sorte de propagandas e campanhas, e mesmo diante da variedade de informações e posicionamentos, sente-se pouco confiante para opinar sobre temas polêmicos e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, entre outros assuntos. A lista de exemplos é interminável, e vai desde problemas domésticos até aqueles que atingem toda a população. O ensino de

> Biologia deveria nortear o posicionamento do aluno frente a essas questões, além de outras, como as suas ações do dia-a-dia: os cuidados com corpo, com a alimentação, com a sexualidade. Contraditoriamente, apesar de a Biologia fazer parte do dia-a-dia da população, o ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite à população perceber o vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano. Essa visão dicotômica impossibilita ao aluno estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado sobre a Biologia. O grande desafio do professor é possibilitar ao aluno desenvolver as habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza."(BRASIL, 2006, pg.17)

Segundo Amabis e Martho (2006), se as plantas não tivessem ocupado os continentes de terra firme, o mundo seria bem diferente do que é hoje, pois muitas espécies, e inclusive a nossa, possivelmente não existiriam. Se as plantas desparecessem, tanto a nossa sobrevivência, como a de milhões de outros seres vivos, também ficariam ameaçadas, pois nos alimentamos, direta ou indiretamente, das plantas.

As plantas também desempenham um papel muito importante na composição da atmosfera terrestre por meio da fotossíntese, na qual elas liberam o gás oxigênio que é utilizado, por sua vez, pelos animais para a respiração.

A fotossíntese é uma das maiores maravilhas da evolução, onde a energia da luz é armazenada sob a forma química e se torna disponível como fonte de energia para todos os outros seres vivos, inclusive os seres humanos. (RAVEN, PETER H; EVERT, RAY F; EICHHORN, 2007).

Os conhecimentos sobre a fisiologia e nutrição das plantas são utilizados na agricultura e nos permitem empregar diferentes técnicas para que agrônomos ou agricultores possam "corrigir" áreas improdutivas e aumentar a produção de alimentos. Além disso, a fisiologia vegetal nos permite perceber os padrões de semelhança e diferença entre os seres vivos, levando-nos a uma compreensão mais ampla do mundo natural.

Para Raven *et al* (2007), a humanidade é totalmente dependente das plantas e o seu estudo nos mostra um importante entendimento da vida na Terra, desde a manutenção da vida até o equilíbrio do planeta. Além disso, as plantas executam diversas funções para a sua manutenção e sobrevivência, muitas delas semelhantes às realizadas por humanos, como, por exemplo, a respiração e a alimentação.

Perceber que as plantas se alimentam, respiram e excretam de forma análoga à humana é criar um espaço para percebê-las como seres vivos como nós.

Entretanto, na minha prática docente, percebo que os alunos do Ensino Médio, possuem muitas dificuldades em entender o estudo das plantas e da fisiologia das plantas, bem como os mecanismos físico-químicos que permitem às plantas absorver nutrientes do solo e transportá-los até as folhas e caules. A fotossíntese envolve mecanismos fotoquímicos para a transformação dos nutrientes e do gás carbônico em açúcares, os quais compõem a seiva elaborada. Por último, o transporte da seiva elaborada para os tecidos da planta podem ser explicados com o auxílio de conceitos físico-químicos. Esses fenômenos de bioquímica moleculares citados envolvem conhecimentos específicos de química os quais estão apenas implícitos nos livros de Biologia.

A conjugação dos conhecimentos sobre fisiologia vegetal com as respectivas explicações físico-químicas dos fenômenos envolvidos na absorção fotoquímica, produção de alimento e transporte de seiva através dos tecidos vegetais é importante para dar um novo significado tanto à Química quanto à Biologia, promovendo uma interação não observada nos currículos escolares atuais.

A proposta deste trabalho foi a elaboração de uma Sequência Didática (SD) onde o ensino da fisiologia das plantas e os respectivos conceitos de química estarão intimamente interligados.

Segundo Oliveira (2013), a SD é um procedimento utilizado para sistematizar o processo de ensino-aprendizagem, sendo de fundamental importância a efetiva participação dos alunos. Nesse projeto a SD foi mediada por um hipertexto em que o papel foi de agregar os conteúdos de cada etapa desta SD. Foram utilizados como objetos de aprendizagem experimentos de absorção de nutrientes (capilaridade), de transporte de seivas (pressão osmótica; capilaridade) e da fotossíntese (fotoquímica), construção de materiais didáticos, entre outras estratégias.

A ideia foi promover uma espécie de constante “viagem” entre o mundo macroscópico (representado pelos experimentos) e o mundo microscópico (as diferentes partes da planta, as células vegetais e os seus processos físico-químicos) a fim de promover uma aprendizagem significativa e interdisciplinar.

Uma das técnicas atualmente utilizadas para esse fim é o hipertexto. Leão (2009) destacou que o hipertexto, em geral, é composto por blocos de informações e por vínculos eletrônicos *(links*) que ligam esses elementos. Os blocos de informações costumam ser

denominados por *lexias* e este termo pode ser formado por diferentes instrumentos, tais como, textos, imagens, ícones, vídeos, sons, narrações, etc.

Borges et al. (2015) relatou que, cabe ao professor do futuro, trabalhar os meios eletrônicos como suporte à aprendizagem, empregando as novas tecnologias nas suas atividades didáticas. Segundo o mesmo autor, a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, se empregados de maneira correta, poderão auxiliar o professor nessa nova modalidade de ensinar, permitindo assim que o aluno assuma seu papel de aprender e busque reconstruir seu conhecimento.

No mesmo sentido, Dias (2000) relata que, o desenvolvimento contemporâneo das mídias, é tido como um fator fundamental na renovação do pensamento no domínio da comunicação educacional, evidenciando a reorganização do espaço educacional e tradicional de forma que o transmissor e o receptor, sob a forma de uma rede de múltiplas representações e interpretações substitui a lógica das representações singulares das mídias convencionais.

Portanto, no cenário atual, os alunos e o professor trabalham de forma ativa e flexível na construção do conhecimento, devido à necessidade da ruptura da linearidade, e, por conseguinte, mais adequado às exigências dos alunos para o conteúdo proposto nesta SD.

O referencial teórico deste trabalho utiliza a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, desenvolvida por Rand J. Spiro e colaboradores e a Teoria Sociointeracionista de Lev S. Vygotsky.

Pessoa e Nogueira (2009) descrevem que a Teoria da Flexibilidade Cognitiva é uma teoria do ensino e da aprendizagem que pretende dar resposta às dificuldades na construção de conhecimentos avançados em domínios pouco estruturados e complexos.

A produção educacional foi utilizada em aulas da terceira série do Ensino Médio, em atividades em sala de aula, no laboratório de ciências (onde foram abordados alguns fenômenos) e no laboratório de informática.

Neste contexto de desenvolvimento de um produto educacional é importante salientar a motivação dos alunos e o interesse deles demostrando que a Biologia não é uma ciência única. A motivação foi à incorporação de atitudes pedagógicas criativas nas aulas de Biologia. Acredito que essa mudança de atitude permitiu conceber a importância da educação num novo paradigma para a formação de cidadãos conscientes, críticos e interventivos para a sociedade atual.

Nas seguintes seções serão descritos os referenciais teóricos que nortearão o trabalho bem como os seus estudos relacionados, o produto educacional sugerido e a metodologia que foi utilizada pela proposta descrita.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) a Botânica é considerada como uma das disciplinas da Biologia e que deve ser ensinada no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, de forma que contribua para que os alunos compreendam o papel do homem na natureza. Assim, nesta seção, são realizadas reflexões sobre a fisiologia das plantas angiospermas, a interdisciplinaridade, o hipertexto como ferramenta de transposição didática e as referências que orientam este trabalho que são a Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e a Teoria Sociointeracionista de L. Vygotsky.

O ensino da Biologia fará sentido para o aluno se a compreensão dos processos e fenômenos biológicos estiver ligada a realidade de cada indivíduo e seus conhecimentos e vivências anteriores forem também consideradas. Assim a contextualização à vida do aluno, em um mundo cada vez mais globalizado, está diretamente relacionada a acontecimentos que podem afetar-lhe diretamente e constituir pontos de partida para tornar os conteúdos de Biologia mais interessantes.

Para que haja contextualização, o professor deve notar as diferenças da abordagem do livro didático à realidade regional. Em uma escola situada em área de grande produção agropecuária, a realidade dos alunos será uma, e os assuntos usados como pontos de partida para a contextualização serão diferentes, por exemplo, dos de uma escola situada no meio de uma grande metrópole, onde os problemas e a realidade são distintos. Contudo, ambas as escolas poderão trabalhar conceitos que vão desde ecologia e impacto humano no meio ambiente até mutações no DNA, usando prioritariamente exemplos e situações de sua realidade. (BRASIL, 2006)

Nesse sentido é que a fisiologia das plantas angiospermas torna-se importante no momento em que os conhecimentos científicos são aplicados na agricultura. Ajustes no solo podem ser feitos e com isso, a composição mineral do solo pode ser corrigida recuperando áreas improdutivas e aumentando a produção de alimentos.

Raven *et al* (2007) relataram que no século anterior a botânica era um ramo da medicina, a qual médicos estudavam apenas como passatempo ou especialização. Apesar disso, a botânica é hoje uma área do conhecimento importante e que apresenta diferentes subdivisões:

- fisiologia vegetal (estudo de como as plantas funcionam, crescem e se desenvolvem),

- anatomia vegetal,
- classificação das plantas,
- citologia,
- genética,
- biologia molecular,
- ecologia e
- paleobotânica.

Dentre esses, o assunto da fisiologia vegetal permite trabalhar a interdisciplinaridade, pois o conteúdo de química está implícito e intimamente ligado a vários fenômenos biológicos, como por exemplo, as reações químicas da fotossíntese. Na fisiologia dos vegetais também a física aparece quando estudamos a fotossíntese, na interação da luz com a superfície das folhas das plantas.

A partir deste entendimento, Thiesen (2008) afirmou que existe uma necessidade de interdisciplinaridade e na socialização do conhecimento.

> "E neste sentido a interdisciplinaridade será articuladora do processo de ensino e de aprendizagem na medida em que se produzir como atitude (Fazenda, 1979), como modo de pensar (Morin, 2005), como pressuposto na organização curricular (Japiassu, 1976), como fundamento para as opções metodológicas de ensinar (Gadotti, 2004), ou ainda como elemento orientador na formação dos profissionais da educação". (THIESEN, 2008, p.546)

Também nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) a interdisciplinaridade dos conteúdos de Biologia são exemplificados, da seguinte forma:

> "Temas como os usos da biodiversidade, o suprimento de produtos que ela propicia, os chamados serviços ambientais e os saberes associados à biodiversidade (influência da biodiversidade nos regionalismos, nas culturas tradicionais, nos costumes) devem ser trabalhados em sala de aula. Uma decorrência quase espontânea do aprendizado sobre diversidade – ou então, um provocador desse aprendizado – é o estudo sobre a identidade dos seres vivos e a transmissão da vida, assuntos centrais da biologia celular e da hereditariedade. Esses temas, comumente tratados como itens isolados, devem possibilitar a articulação com outros temas afins, criando condições para que o aluno compreenda as relações entre os vários assuntos: a biologia celular e a hereditariedade se configuram justamente como pontos de convergência dos seres vivos, conferindo-lhes, ao mesmo tempo, identidade e diversidade."(BRASIL, 2006, pg. 22).

Bizzo e Kawasaki (2000) descreveram que, em relação ao conteúdo de fotossíntese, os estudantes muitas vezes se perguntam se o átomo de Química é o mesmo que o de Física, e que por isso o tema da fotossíntese demonstra ser especialmente apropriado para abordar

fundamentos científicos. Além disso, exige conhecimentos de diferentes áreas e permite uma exploração criativa que integre diferentes conhecimentos, de diferentes disciplinas.

Trazendo essa discussão para a área de fisiologia vegetal, existem diversas possibilidades de ensino desse conteúdo sob uma perspectiva interdisciplinar. E, baseado na minha prática profissional, acredito ser necessária uma proposta educacional diferenciada para que os alunos tenham a compreensão sobre o tema de fisiologia vegetal. Assim, que sejam capazes de entender o comportamento natural das plantas, que estas também são seres vivos e que possuem necessidades como todos os demais.

Dentro da fisiologia vegetal estudam-se, por exemplo, os mecanismos de absorção e distribuição de nutrientes, a respiração celular e produção de alimento, os quais são normalmente abordados apenas sob o ponto de vista biológico, mas que contém, como pano de fundo, conceitos de química e de física, que são igualmente importantes e que não são desenvolvidos no ambiente escolar. Estuda-se então a Biologia, a Química e a Física separadamente, como se não tivessem nenhuma relação e, no caso da fisiologia das plantas, as três disciplinas estão intimamente relacionadas.

Em função do exposto, é necessário abordar o tema da fisiologia vegetal de forma interdisciplinar. O presente estudo utilizou como recurso educacional o hipertexto e experimentos de laboratório que permitiram evidenciar os aspectos interdisciplinares deste conteúdo. Sendo assim, foi possível proporcionar um ensino atualizado e condizente com os recursos educacionais atualizados que estavam à disposição dos professores e dos alunos.

Segundo Shang (2016), o hipertexto é definido como um ambiente de leitura análogo ao tradicional, no qual os conteúdos são apresentados na tela de um computador, e os alunos podem decidir qual *hiperlink* acessar durante o processo de aprendizado de hipertexto (MOOS; MARROQUIN, 2010). Dentro de um documento, elementos desse sistema, tais como: definições de termos, glossários, anotações e referências podem ter *hiperlinks* para fornecer aos leitores informações adicionais para a compreensão do texto (CHOU, 2012).

O que se pretendeu com o uso do hipertexto foi uma interação que concedeu ao aluno uma forma de representar as suas próprias idéias e participar de um processo construtivo. Nesse contexto, foi considerado também que a linearidade em uma apresentação de material também pode ser obstáculo no desenvolvimento do pensamento complexo necessário à aprendizagem interdisciplinar no tema de fisiologia vegetal.

Conforme Rezende e Cola (2004) os sistemas de hipermídia são meios de organizar um texto que descarta o processo de leitura sequencial nos moldes tradicionais e permitem que um

conceito seja apresentado através de meios como som, imagem e vídeo, associados aos recursos que o texto confere. Para tanto, os sistemas hipermídia de aprendizagem permitem ainda que se faça em diferentes níveis de detalhes, que são acessados pelos usuários, conforme as experiências e habilidades destes frente a novos conceitos.

Chen (2001) sugeriu para desenvolvedores de cursos de hipermídia que o design deve ser baseado em teorias educacionais, como por exemplo, a teoria de elaboração desenvolvida por Reigeluth e seus associados (1978) que ajuda a selecionar, sequenciar, resumir e sintetizar o conteúdo do curso e pode servir como um bom modelo de projeto para a organização de materiais de hipermídia. Também citam que a teoria da flexibilidade cognitiva desenvolvida por Spiro e seus colegas (Spiro et al., 1988, Spiro & Jehng, 1990) pode ser usada como um protótipo para projetar domínios de conhecimento complexos e mal estruturados, fornecendo múltiplas perspectivas, casos e exemplos de um mesmo conteúdo. Por sua relevância para este trabalho, essa teoria será abordada em maiores detalhes a seguir.

2.1 Teoria da Flexibilidade Cognitiva

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) tem como objeto a aprendizagem de conhecimentos complexos e o desenvolvimento de representações flexíveis do conhecimento que proporcionem múltiplas representações de um mesmo conteúdo, favorecendo a transferência do conhecimento para novas situações. O professor deve então, primeiramente, expor o aluno ao conteúdo para que este reconheça e identifique os conceitos básicos. Neste trabalho, por exemplo, os conceitos básicos de fisiologia das plantas foram apresentados e posteriormente, o aluno alcançando uma compreensão profunda do conteúdo estudado, é capaz de aplicar flexivelmente o que aprendeu em diferentes contextos.

Segundo Wells e McCroy (2011), essa teoria está relacionada com significativas diferenças estruturais e pode ser utilizada para promover a aquisição de conhecimento (SPIRO, R J et al., 2003). Está focada não em apenas um conteúdo dos meios de aprendizagem "...mas sim em como sua forma influencia nas estruturas cognitivas e nos processos daqueles que às utilizam" (MISHRA; SPIRO, R J; FELTOVICH, 1996). Intrinsecamente à essa teoria estão os princípios que foram projetados para promover entendimentos não-isolados de informações complexas, para sua aplicação em contextos concretos. (JACOBSON; SPIRO, Rand J, 1993) (MISHRA; SPIRO, R J; FELTOVICH,

1996) (SPIRO; FELTOVICH; COULSON, 1996) (SPIRO, Rand J.; JEHNG, 1990) (SPIRO, R J. *et al*., 1987) (SPIRO, R J. *et al*., 2003). Em 1993, Jacobson e Spiro expuseram os participantes a dois diferentes sistemas de hipertexto com diferenças estruturais. Em um dos ambientes de aprendizagem, a condição experimental, incorporou os princípios da Flexibilidade Cognitiva (FC) de multiplicidade, interconectividade e flexibilidade adaptativa, que reconhecem e gerenciam uma complexidade, enquanto o outro, a condição de controle, era um hipertexto de estrutura mais rígida. Neste estudo, os participantes na condição de controle completaram a fase de estudo em períodos significativamente menores de tempo e adquiriram mais conhecimento dos fatos do que aqueles que estavam na condição experimental. Contudo, os participantes na condição experimental obtiveram maiores escores de resolução de problemas do que os participantes no grupo de controle (Jacobson & Spiro, 1995). Devido aos resultados encontrados na literatura citada acima, essa teoria torna-se um importante acréscimo à revisão da literatura de pesquisas que se baseiam nos estudos com hipertexto.

Assim, o presente estudo busca elaborar um ambiente de aprendizagem de hipermídia que emprega princípios da TFC a fim de facilitar esta aprendizagem.

Para Rezende e Cola (2004) as falhas na aprendizagem de situações complexas, estariam então na flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de reestruturar o próprio conhecimento para responder ás necessidades das situações, tanto em função da forma como se representa o conhecimento, como dos processos que operam nas representações mentais realizadas.

A TFC utiliza uma abordagem centrada no estudo de casos (SPIRO, R J. et al., 1987); (SPIRO, Rand J.; JEHNG, 1990). Um caso constitui uma unidade complexa e plurissignificativa, devendo ser dividido em unidades menores, os *mini-casos*, permitindo desta forma que aspectos que se dissolveriam no todo, passem a ter a sua pertinência (SPIRO, R. J. *et* al., 1987; SPIRO, Rand J.; JEHNG, 1990). Esta divisão não se restringe a partes bem definidas, mas a parte de casos, em geral, os mini-casos devem ser suficientemente pequenos para permitirem um estudo rápido e devem ser suficientemente ricos para serem perspectivados de acordo com múltiplos temas (SPIRO, Rand j.; JEHNG,1990). Eles aceleram o processo de aquisição de experiência, tornando a complexidade tratável para o estudante e facilitando a subsequente reestruturação do conhecimento. Cada mini-caso deve ser usado mais do que uma vez, isto é, o mesmo local de uma paisagem deve ser visitado

durante as travessias da paisagem. A TFC é centrada na análise de mini-casos e não no conhecimento abstrato (SPIRO, Rand J.; JEHNG, 1990).

A TFC utiliza a metáfora da "travessia da paisagem em várias direções", inspirada em Ludwig Wittgenstein (1999), na obra *Investigações Filosóficas*, como forma de caracterizar o modo como se aprende um assunto complexo. (WITTGENSTEIN, 1999)

A metáfora é usada não com uma preocupação de exposição escrita, mas como base de uma teoria geral de ensino e aprendizagem e de representação do conhecimento, como salientam (SPIRO, Rand J.; JEHNG, 1990). Desta forma, aprende-se ao atravessar em várias direções as paisagens conceituais e ensinar implica selecionar materiais de aprendizagem que proporcionem explorações multidimensionais da paisagem sob a ativa iniciativa do aluno, bem como proporcionar comentário temático para ajudar a obter o máximo proveito das suas explorações. As representações do conhecimento refletem as travessias em várias direções que ocorrem durante a aprendizagem. No caso desse trabalho, a travessia da paisagem é feita através dos temas, que são diferentes visões sobre o mesmo assunto. Os temas selecionados neste trabalho foram: fisiologia, morfologia, composição química e físico- químico.

A TFC de Rand J. Spiro e colaboradores identificam dois tipos de flexibilidade e que são necessários para adquirir o conhecimento em domínios complexos, que se refletem nos dois processos que caracterizam a teoria: o processo de desconstrução e as travessias temáticas. Os autores destacam que:

a. Cada caso precisa de ser dividido e representado por vários temas ou Perspectivas que se sobrepõem ligeiramente e;

b. Muitas conexões devem ser estabelecidas ao longo dos fragmentos dos casos divididos, estabelecendo possíveis percursos para estruturações futuras.

Os Temas são cruciais na desconstrução de mini-casos. Eles devem ser relevantes e críticos para o assunto em estudo e, geralmente, sobrepõem-se ligeiramente. A seleção dos temas constitui uma etapa complexa devido ao número relativamente restrito de temas a serem utilizados e pelas implicações que têm na compreensão do assunto.

O conteúdo de Biologia abordado nesse trabalho, a fisiologia das plantas, é complexo e este foi dividido em quatro casos em que vários mini-casos foram desenvolvidos e três subtemas foram abordados de diferentes formas, usando recursos diversos (experimentos),

mediados pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Acredito que a natureza dessa abordagem se encaixou na proposta de Rand J. Spiro para o ensino de temas complexos.

Segundo Spiro e Jehng (1990), qualquer abordagem efetiva à instrução deve simultaneamente considerar vários tópicos altamente entrelaçados, tais como: a natureza construtiva da compreensão, as facetas complexas e mal estruturadas de muitos, se não a maioria, domínios do conhecimento, padrões de falha de aprendizagem e, uma teoria de aprendizagem que endereça padrões conhecidos de falha de aprendizagem. Com isso, o que se pretende com essa proposta de trabalho é que os alunos usem seus conhecimentos de forma flexível e, portanto, para que isso ocorra, a fisiologia das plantas deverá ser ensinada de forma flexível, e que os mesmos sejam capazes de utilizar o conhecimento adquirido na resolução de problemas. Assim, o aluno irá acessar várias vezes o mesmo assunto, sob diferentes ângulos, o que vai lhe possibilitar uma visão multifacetada sobre a fisiologia das plantas e por fim, uma compreensão mais profunda.

2.2. Teoria Sociointeracionista de Vygotsky

No texto que segue, Mirolli e Parisi (2009) citaram a Teoria Sociointeracionista do ponto de vista da linguagem como sendo algo que transforma todos os processos cognitivos humanos e que remonta aos anos 1930, com o trabalho do russo Lev S Vygotsky (VYGOTSKY, L S, 1980; VYGOTSKY, Lev S, 1962). De acordo com Vygotsky, o momento mais importante no desenvolvimento da criança é aquela em que ela começa a usar a linguagem não apenas como um sistema de comunicação social, mas também como uma ferramenta para controlar suas próprias ações e processos cognitivos. Quando a criança é desafiada por uma tarefa particularmente difícil ela é muitas vezes auxiliada por um adulto ou outras mais qualificadas, e essa ajuda normalmente é feita de uma forma linguística. Mais tarde, quando a criança está na mesma situação ou em uma tarefa semelhante sozinha, ela pode utilizar o mesmo auxílio social linguístico que a ajudou a ter sucesso no problema anteriormente. Isso é chamado de “discurso privado”, que, de acordo com Vygotsky, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de todos os processos psicológicos humanos.

A ajuda sociolinguística vinda de adultos assume diversas formas. A linguagem social ajuda a criança a aprender e a categorizar as experiências para concentrar sua atenção em

aspectos importantes do ambiente. Também, para lembrar-se de informações úteis, para inibir o comportamento não útil, dividir os problemas difíceis em sub-problemas fáceis , com a consequente construção de um plano para resolver tarefas complexas, e assim por diante. Quando a criança está falando para si mesma, ela está repetindo o que os outros costumavam fazer com ela, ou seja, fornecendo todos os tipos de ajuda cognitiva através de expressões linguísticas. Uma vez que a criança tenha dominado esta auto-ajuda linguística, a fala privada tende desaparecer aparentemente. Na verdade, essa expressão linguística é apenas abreviada e interiorizada, tornando-se assim um discurso interno. Assim, na maioria se não em todos os processos cognitivos humanos dos adultos são mediados linguisticamente, na medida em que dependem da utilização da própria linguagem pessoal.

Recentemente, a ideia da linguagem como uma ferramenta cognitiva tem cada vez mais a atenção dentro da filosofia ciência- cognitivo- orientada da mente (CARRUTHERS, P., 1998; CARRUTHERS; BOUCHER, 1998). Por exemplo, Daniel Dennett (1993) argumentou que a mente humana, incluindo a sua propriedade mais marcante e difícil de explicar, ou seja, a consciência, não depende principalmente de habilidades cognitivas inatas, mas pelos meios em que cérebros de plástico humanos são substancialmente "re-programados" pela entrada cultural que recebem, principalmente, por meio da linguagem: mentes humanas conscientes são mais-ou-menos máquinas virtuais em série que implementam programas numéricos de computadores de forma ineficiente em paralelo à máquina ("*hardware*") que a nossa evolução tem nos proporcionado.

Clark (2006), desenvolveu mais estas ideias da tese de Dennett, fornecendo vários argumentos sobre a forma de como os processos cognitivos sub-simbólicos intrínsecos dos animais e localizados que podem ser elevados pela aprendizagem com a utilização de símbolos linguísticos. De acordo com Clark, a linguagem não é apenas um sistema de comunicação, mas também uma espécie de "artefato externo", cujo valor adaptativo atual é parcialmente constituído pelo seu papel no remodelamento dos tipos de espaço computacional que nossos cérebros biológicos devem negociar para resolver certos tipos de problemas específicos ou para executar determinados problemas complexos.(CLARK, 1999)

Além das ideias filosóficas interessantes de Dennett e Clark, a vista Vygotskyana da linguagem como uma ferramenta cognitiva teve recentemente elevado e crescente interesse também na ciência cognitiva empírica (GENTNER; GOLDIN-MEADOW, 2003). De fato, um crescente corpo de evidências empíricas demonstra a importância da linguagem para uma série de funções cognitivas, incluindo a aprendizagem (NAZZI; GOPNIK, 2001; WAXMAN;

MARKOW, 1995), memória (GRUBER; GOSCHKE, 2004), na construção de analogias (GENTNER, 2003), desafios nos cruzamentos de informações intermodais (SPELKE, E. S., 2003), na resolução de problemas (DIAZ; BERK, 1992), no raciocínio abstrato (THOMPSON; ODEN; BOYSEN, 1997), e nas habilidades lógico-matemáticas (DEHAENE *et al.*,1999).

Do ponto de vista da aprendizagem, a Teoria Sociointeracionista de Vygotsky defende que a mesma é um processo que ocorre "de fora para dentro" e que depende da interação entre o estudante e elementos externos (conteúdo, professor, colegas, matérias didáticos). Para esta teoria, a aprendizagem é mediada pelas interações sociais de forma que o estudante saia de um estágio inicial em que ele ainda não compreende uma informação complexa que é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e por meio das interações com os "colegas mais capazes" vai desenvolver a sua própria maneira a compreensão dessa informação complexa de forma a utilizar essa informação em outros contextos, que é a Zona Real (ZR).

Quando ocorre a passagem da ZDP para a ZR o mediador se vale de dois elementos: os signos e os instrumentos. Os signos agem sobre o aspecto mental do aluno e os instrumentos são os elementos externos que provocam mudanças nos objetos e agem de forma concreta.

É interessante citar um autor especialista em Vygotsky e o desenvolvimento infantil na perspectiva sócio histórica que explica a teoria valendo-se de uma analogia biológica.

Para Rego (1995):

> "É curioso conhecer suas críticas aos paradigmas "botânicos" e "zoológicos" adotados, na pesquisa psicológica, para explicar o desenvolvimento infantil. Segundo ele, a primeira tendência compara o estudo da criança à botânica, ou seja, entende que o desenvolvimento da criança depende de um processo de maturação do organismo como um todo. Esta concepção se apoia na ideia de que "a mente da criança contém todos os estágios do futuro desenvolvimento intelectual: eles existem já na sua forma completa, esperando o momento adequado para emergir (Vygotsky, 1984, p.26). Para ele, no entanto, a maturação biológica é um fator secundário no desenvolvimento das formas complexas do comportamento humano pois essas dependem da interação da criança e da sua cultura". (REGO, 1995, pgs.56, 57)

Ainda para o mesmo autor em relação ao conceito de zona de desenvolvimento proximal:

> “O aprendizado é o responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal, na medida em que, em interação com outras pessoas, a criança é capaz de colocar em movimento vários processos de desenvolvimento que, sem a ajuda externa, seriam impossíveis de acontecer. Esses processos se internalizam e passam a fazer parte das aquisições do seu desenvolvimento individual. É por isso que Vygotsky afirma que “aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.” (Vygotsky, 1984, p.98 apud Rego, 1995, p. 74)

A partir do entendimento desta teoria, os aprendizados escolares possibilitam e orientam o desenvolvimento, e cada matéria escolar tem uma relação própria com o curso de desenvolvimento do estudante, relação que muda com o estudante quando passa de uma etapa para outra. Isto obriga a reexaminar o papel e a importância dos conteúdos no posterior desenvolvimento geral do estudante.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Os estudos relacionados deste trabalho foram direcionados a pesquisas referentes ao estudo da fisiologia vegetal, intervenção pedagógica, sequência didática, estudos com hipertextos versus hipermídias e a interdisciplinaridade.

Os trabalhos apresentados se aproximam da proposta deste projeto, quando trabalham a realização de atividades pedagógicas, experimentais ou virtuais, buscando o ensino da fisiologia das plantas. Então, podemos considerar que a realização da experimentação e a utilização de recursos multimídia poderão permitir uma melhor aprendizagem de conceitos científicos sobre a fisiologia vegetal. Além disso, este estudo poderá ser aproveitado por professores do ensino fundamental e médio para orientar suas aulas de ciências, mais especificamente na área da botânica.

3.1 Estudos sobre Fisiologia Vegetal

Segundo, Zago *et al* (2007) a essência de uma atividade experimental é fundamental para permitir aos alunos uma autonomia intelectual. Em seu trabalho propôs uma atividade de caráter experimental para o ensino da fotossíntese com alunos do ensino médio. O autor relatou que frequentemente encontrava professores de Biologia que tinham “medo dos vegetais”, e que a falta de aptidão para ensinar as plantas e do pouco material eficiente para auxiliá-los tornava o ensino da botânica desagradável e desestimulante para estes professores e seus alunos.

Souza e Almeida (2002) citaram em seus estudos sobre o ensino da fotossíntese, dificuldades para a compreensão da fisiologia das plantas, pois os estudos revelam inúmeras concepções diferentes das aceitas pela comunidade científica. E tais concepções equivocadas dificultavam a compreensão da importância da fotossíntese como um processo de síntese de alimentos. Os estudantes não entendem como e porque a água, o ar e a luz do sol são utilizados na produção do próprio alimento. Neste trabalho os autores trabalham diferentes intervenções para procurar eliminar as dificuldades encontradas nas literaturas sobre este assunto.

Bizzo e Kawasaki (2000) em seu trabalho relataram que a fotossíntese exige conhecimentos de diferentes áreas e permite uma exploração criativa que reúna diferentes

conhecimentos, de diferentes disciplinas. Em suma, o aluno quando estuda fotossíntese memoriza conceitos, mas não consegue relacioná-los a outros conhecimentos que lhe permitiriam ter uma visão global dos processos envolvidos na nutrição vegetal. E a fotossíntese, no ensino de ciências, não deve ser abordada como um tópico isolado, mas no contexto dos processos que realizam a nutrição autotrófica.

Para Perticarrari *et al* (2011), a Biologia é apresentada para o aluno de forma fragmentada e descontextualizada, onde o aluno se baseia nos livros didáticos, decoram os conteúdos e não relacionam com a realidade. Além disso, no caso da botânica, mais especificamente, o ensino é restrito a descrição de estruturas e termos, sendo raras as questões práticas com as plantas. O ensino de fisiologia, o processo de reflorestamento em áreas degradadas compreendendo os conceitos de plantas nativas, são conceitos abordados de forma superficial ou nem mesmo ensinados.

No artigo de Silva *et al* (2006) uma análise sobre o ensino de botânica é o ponto central do trabalho. As dimensões discutidas no artigo são o papel do aluno, o papel do professor e a consideração do conteúdo de Botânica. Para os autores, o aperfeiçoamento do ensino de botânica é entendido principalmente no sentido do aprimoramento das metodologias específicas da área ou de recursos didáticos. Também que as condições de ensino que podem oportunizar a apropriação crítica e contextualizada dos conhecimentos são desprezadas, mas são indispensáveis para a formação emancipatória para os alunos.

3.2 Estudos com Hipertexto X Hipermídias

No trabalho de Ribeiro e Silva (2007), o objetivo do estudo visava desenvolver e aplicar um ambiente apoiado em métodos e técnicas de realidade aumentada para melhorar o processo de ensino da fotossíntese. Para isso, um programa de computador educacional baseado em realidade aumentada foi desenvolvido a fim de auxiliar no ensino, simulando realidades de um conteúdo específico, onde não é possível visualizar o processo usando mecanismos tradicionais.

No artigo de Silva *et al* (2016), os estudos relatam que o ensino de Ciências e Biologia por serem disciplinas que utilizam muito a representação visual, é necessária a utilização frequente de imagens por meio de recursos e ferramentas educacionais e no caso do ensino da botânica este é dependente de recursos visuais, sejam eles impressos, concretos ou

digitais. Com isso, oficinas foram ofertadas aos alunos, utilizando diferentes hipermídias permitindo aos alunos a livre exploração e um maior entendimento sobre as espécies botânicas locais.

Partindo da ideia de que o computador mudou a nossa realidade e também a nossa maneira de ler e escrever, Marcuschi (2001) faz algumas reflexões em seu artigo sobre o hipertexto. Segundo o autor, o hipertexto, por ter a sua natureza não- sequencial e não- linear, afeta não só a maneira como lemos, pois possibilita várias entradas e várias formas de prosseguir, mas também afeta o modo como escrevemos, proporcionando a distribuição da inteligência e da cognição. Dessa forma, o hipertexto, de tal forma como é concebido, no futuro deverá favorecer a construção interativa do conhecimento.

Tomando como referência o hipertexto, Fachinetto (2005) descreve que este conceito entra em ressonância com o sistema cognitivo humano. Desta forma, a cognição e o hipertexto caracterizam-se pelos saltos ou infinidades de associações possíveis. Nesse sentido, uma palavra pode nos remeter a uma série de pensamentos e da mesma forma ocorre ao clicar o *mouse* sobre um *link*. Também neste artigo, o autor discute que o hipertexto, pela sua popularização, permite que diariamente as pessoas acessem *sites* para ler alguma coisa. Em função disso, precisamos compreender melhor essas práticas não lineares, suas aplicações e a influência em nosso modo de ler e entender o mundo.

Seguindo a mesma linha de pensamento, Dias (2000) apresenta uma análise da abordagem educacional dos hipertextos e hipermídias no desenvolvimento dos ambientes de aprendizagem. Os processos interativos das mídias, o hipertexto a sua flexibilidade, as representações distribuídas e a aprendizagem colaborativa constituem dimensões de referência para a concepção e organização de comunidades de aprendizagem.

Contudo, a utilização da linguagem como ferramenta cognitiva utilizada em hipertextos podem fornecer ferramentas fundamentais no desenvolvimento de novas ideias e na aplicação de novas teorias.

3.3 Estudos sobre Interdisciplinaridade

Bonatto *et al* (2012) analisa a importância da interdisciplinaridade como uma ponte para um melhor entendimento das disciplinas entre si ou até mesmo entre diferentes áreas de

estudo. A interdisciplinaridade quando é vista como ponto positivo, os conteúdos interagem como forma de complementação.

Para Lavaqui e Batista (2007) o ensino de ciências e matemática quando abordados com a participação de outras disciplinas pode contribuir significativamente para a abrangência e profundidade de uma prática de ensino interdisciplinar. Desta forma, destacam a importância e a necessidade de que os cursos de formação de professores levem em consideração as características de um ensino interdisciplinar, onde implementam medidas para possibilitar a formação de profissionais reflexivos dando maior ênfase a condução de um processo de ensino e aprendizagem de forma significativa, com abertura para o trabalho em equipes interdisciplinares.

Segundo Ricardo e Zylbersztajn (2008), as competências, a interdisciplinaridade e a contextualização passaram a fazer parte do discurso dos professores, principalmente a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). No entanto, como há dificuldade em compreender essas noções e também implementá-las em sala de aula, as práticas educacionais não estão em consonância com as propostas desses documentos oficiais.

Por fim, observando o estudo realizado por Hartmann e Zimmermann (2007), os autores destacaram em seu trabalho sobre a interdisciplinaridade no ensino médio, que para alguns isto é mais uma utopia do que uma prática possível. Entretanto, para esses autores, existem experiências bastante positivas que demonstram a possibilidade de aplicação prática. É relevante ainda considerar que a interdisciplinaridade é um princípio pedagógico importante para a formação dos estudantes. A interdisciplinaridade capacita os estudantes a construir um conhecimento integrado e os faz interagir com os demais, levando em conta a complexidade da sociedade atual e das relações que repercutem umas as outras.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada nesta pesquisa se constituiu numa pesquisa de intervenção pedagógica, que segundo Damiani *et al* (2013), tem como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos. Elas se opõem às pesquisas básicas e que tem como objetivo agregar conhecimentos, sem preocupação com os seus possíveis benefícios práticos.

A pesquisa foi desenvolvida dentro de uma abordagem qualitativa e quantitativa e pretendeu avaliar a eficácia da aprendizagem dos estudantes referente à aplicação da Sequência Didática.

Em relação à pesquisa qualitativa, Moreira (2011) explica que o interesse central deste tipo de pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações. Dessa forma o pesquisador fica mergulhado no seu fenômeno de interesse. Segundo o mesmo autor a pesquisa qualitativa é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural. Com isso, se enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano, o mundo do sujeito, suas experiências cotidianas, suas interações sociais e os significados que dá a essas experiências e interações.

No mesmo sentido, Stake (2016) relata que na pesquisa qualitativa, o próprio pesquisador é um instrumento ao observar ações e contextos, e, com frequência ao desempenhar intencionalmente uma função subjetiva no estudo, utiliza sua experiência pessoal para fazer as interpretações.

A pesquisa qualitativa procura sequências importantes de eventos, observa como esses eventos são determinados no contexto em que ocorrem e as observações são registradas e interpretadas.

Para a pesquisa quantitativa, este trabalho seguiu a metodologia descrita por Hake (2002), na qual procura estabelecer a porcentagem de ganho em aprendizagem por meio da aplicação de instrumentos de coleta de dados em que pré e pós testes são aplicados na sequência didática deste trabalho.

O mesmo autor descreve que os alunos compreendem melhor um conceito quando eles mesmos os constroem ao invés de serem informados sobre o que devem aprender e depois simplesmente relembrá-lo. Essa assim chamada “aprendizagem ativa” é uma estratégia em que os alunos fazem previsões sobre os resultados de uma situação hipotética por meio de compartilhamento de informações em diferentes tipos de aulas e discussões.

No mesmo sentido, Halloun e Hestenes (1985) afirmam que, para avaliar objetivamente sobre algum assunto, precisamos de um instrumento para avaliar o estado de conhecimento do aluno antes e depois da instrução.

Hake (2002) avalia o quanto um aluno está envolvido em atividades de "aprendizagem ativa" e o quanto progrediu na compreensão de um determinado tópico através de uma equação. Essa equação calcula o ganho médio normalizado <g>, o qual é definido como:

$$\langle g \rangle = \frac{\%\langle Ganho \rangle}{\%\langle Ganho \rangle_{max}} \qquad \text{ou} \qquad \langle g \rangle = \frac{(\%\langle pós-teste \rangle - \%\langle pré-teste \rangle)}{100 - \%\langle pré-teste \rangle}$$

%<Ganho> é a percentagem de aumento de acertos entre o pré-teste e o pós-teste.
%<pré-teste>é a percentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pré-teste
%<pós-teste> é a percentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pós-teste.

Hake (2002) justifica sua metodologia usando o teste de diagnóstico de Halloun-Hestenes onde calcula o fator de correlação entre <g> (Ganho) e %<pré-teste> (conhecimentos prévios dos alunos), com uma amostragem de 6542 alunos. Também sugere nesta metodologia que uma aprendizagem ativa pode melhorar a aprendizagem dos alunos quando comparada aos métodos tradicionais de ensino.

Contudo, este projeto de pesquisa pretendeu facilitar a aprendizagem da fisiologia das plantas numa abordagem físico-química mediada por tecnologias da informação e comunicação (TIC) tendo como premissas o desenvolvimento do pensamento crítico, do trabalho colaborativo, da curiosidade, da flexibilidade e responsabilidade dos alunos.

Apresenta-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos da proposta desenvolvida no segundo semestre de 2016.

4.1 Objetivo Geral

Proporcionar a aprendizagem sobre Fisiologia das Plantas, evidenciando seus aspectos físico-químicos, segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e da Teoria de Aprendizagem Sociointeracionista de Lev Vygotsky, tendo como premissas o desenvolvimento do pensamento crítico, do trabalho colaborativo, da curiosidade, da flexibilidade e responsabilidade dos alunos.

4.2 Objetivos Específicos

1) Elaborar uma SD segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Sociointercionista de Vygotsky, que aborde temas como: nutrição orgânica das plantas, respiração vegetal, nutrição inorgânica das plantas e condução da seiva orgânica.

2) Desenvolver um SD proporcionando uma melhor compreensão dos fundamentos da fisiologia das plantas, mediada por Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

3) Promover aos alunos atividades práticas e experimentais, que estimulem o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo.

4) Abordar, do ponto de vista físico-químico, como a água e os sais minerais absorvidos pelas raízes chegam às folhas e como as substâncias orgânicas produzidas nas folhas chegam as diversas partes das plantas.

5) Realizar a SD na forma de Hipermídia, envolvendo experimentos de laboratório, vídeos, áudios, imagens, simulações sobre a fisiologia das plantas.

6) Esclarecer para os alunos os aspectos interdisciplinares entre a Biologia, Química e a Física, presentes no conteúdo de Botânica.

7) Analisar a SD através dos instrumentos de coleta de dados (pré-testes e pós-testes).

8) Avaliar o processo da aplicação desta SD em termos de ganho na aprendizagem.

4.3 Objetivos de Ensino e Aprendizagem

Para responder a questão de como a inclusão da representação molecular e da abordagem físico-química pode auxiliar no ensino do conteúdo de fisiologia das plantas, uma Sequência Didática (SD) de ensino e aprendizagem foi desenvolvida e avaliada neste trabalho. Essa Sequência Didática foi baseada nos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) e sua implementação foi mediada por uma hipermídia elaborada de acordo com cada etapa da SD. Em linhas gerais, neste trabalho são apresentadas às informações biológicas e químicas da fisiologia das plantas sob várias formas de representação. Fenômenos físico-químicos observados nas raízes, xilema e floema foram abordados por meio de experimentos simples, descritos adequadamente na hipermídia. Os Quadros 1 e 2 retratam detalhadamente as relações entre objetivos de ensino e aprendizagem e os respectivos recursos envolvidos.

Quadro 1 - Relação entre recursos e objetivos de ensino e de aprendizagem

Recurso:	**Objetivo de Ensino:**	**Objetivo de Aprendizagem:**
1. Aula expositiva dialogada sobre a nutrição das plantas.	A. Promover o conhecimento sobre as necessidades básicas das plantas quanto à nutrição mineral e orgânica. B. Correlacionar esse conhecimento com a questão da preservação ambiental.	A. Reconhecer os principais nutrientes encontrados no solo e como a planta faz para obtê-los. B. Compreender que uma nutrição adequada depende da qualidade do solo em que ela se encontra.
2. Aula experimental sobre os mecanismos de absorção de sais minerais e de nutrientes pelas raízes. Experimento com tubo capilar.	A. Proporcionar uma visão macroscópica do fenômeno físico-química da capilaridade. B. Estabelecer um paralelo entre o experimento da capilaridade (macroscópico) e o fenômeno da absorção de líquidos pelos tubos finos presentes nas raízes das plantas.	A. Compreender como o fenômeno da capilaridade é responsável por permitir o transporte de líquidos através de tubos finos contra a ação da gravidade. B. Compreender que nas raízes existem tubos finos que absorverão do solo o líquido enriquecido com nutrientes.

Recurso:	Objetivo de Ensino:	Objetivo de Aprendizagem:
3. Aula expositiva, dialogada e experimental sobre os mecanismos de transporte de nutrientes até as folhas.	A. Fornecer subsídios para que os alunos compreendam o papel da pressão osmótica no transporte de seiva bruta até as folhas.	A. Compreender que a pressão osmótica tem relação com a quantidade de água pura na seiva e que essas diferenças de concentração permitem o transporte ativo dos nutrientes até regiões da planta que necessitem desses nutrientes.
4. Aula expositiva e dialogada sobre a fotossíntese.	A. Provocar a reflexão sobre o papel da fotossíntese como fonte primária de alimentos orgânicos para as plantas. B. Compreender os mecanismos físicos e químicos envolvidos na transformação de nutrientes e de gás carbônico em açúcares.	Entender que os principais produtos da fotossíntese são os açúcares e que esses servirão de alimento à planta. Reconhecer o papel da clorofila como principal elemento mediador do processo de transformação dos nutrientes em açúcares.
5. Demonstração para ilustrar o transporte de seiva elaborada a outras regiões da planta.	A. Evidenciar através de vídeos que o transporte dos açúcares para outras regiões da planta (seiva elaborada) se dá por efeitos de capilaridade e de pressão osmótica.	A. Compreender os fenômenos físicos e químicos presentes no transporte de seiva elaborada para o floema da planta.

Recurso:	Objetivo de Ensino:	Objetivo de Aprendizagem:
6. Síntese da Sequência Didática didática	A. Promover a integração entre aspectos físico-químicos (capilaridade e pressão osmótica), moleculares (estrutura química da clorofila, frutose e outros) e biológicos envolvidos na fisiologia das plantas.	A. Aprimorar o conhecimento dos conceitos científicos de absorção de nutrientes, transporte de seiva e de fotossíntese de forma a agregar a Química à Biologia.

Fonte: a autora

Quadro 2 – Objetivos de aprendizagem e descrição das ações realizadas

Objetivos de Aprendizagem:	Descrição das ações a serem realizadas:
1 A	O aluno participará de uma aula em que a natureza química dos nutrientes do solo será apresentada e aprenderá a diferenciar nutriente de alimento. Também tomará conhecimento dos mecanismos de absorção desses nutrientes.
1 B	O aluno dialogará com os colegas sobre a importância da qualidade do solo no estabelecimento de uma nutrição adequada.
2 A	Realização de um experimento com tubos capilares e água tingida com corantes para evidenciar o poder do efeito capilar na elevação de líquidos contra a ação da gravidade.
2 B	Realização de um experimento de absorção de água tingida pelo caule de uma flor com pétalas brancas, deixando evidente que um mecanismo de absorção semelhante ocorre nas plantas.

Objetivos de Aprendizagem:	**Descrição das ações a serem realizadas:**
3A	Observação de vídeos sobre os tipos de transporte nas células e posterior discussão sobre o papel da osmose no transporte de seiva nos tecidos vegetais.
4A, 4B	Debates sobre a reação de fotossíntese a fim de promover o aprendizado sobre esse importante processo de produção de alimento que ocorre nas plantas.
5A	Reflexão sobre o vídeo da osmose e do experimento da capilaridade a fim de promover uma integração entre os fenômenos físico-químicos com o transporte de alimentos nas plantas.
6A	Elaboração de uma síntese sobre as atividades realizadas a fim de promover um "fechamento" sobre a integração entre os conceitos físico-químicos e moleculares com os conceitos biológicos presentes no tema "fisiologia das plantas".

Fonte: a autora

A intervenção e a pesquisa foram desenvolvidas com alunos do turno da manhã, da 3ª série do Ensino Médio, com idade média de 17 anos, de uma instituição particular de ensino. As atividades aconteceram nos horários das aulas de Biologia.

O colégio localiza-se na cidade do Município de Bagé. Foi fundado em 1905, por religiosas, oferecendo serviços educacionais.

De acordo com o pensamento e a epistemologia da educação que adota, a ação educativa pauta-se nos seguintes princípios: promover uma cultura de paz, busca da verdade, justiça, conduta ética, cultura de solidariedade, desenvolvimento sustentável e visão da integralidade. Os valores que referenciam a proposta de educação deste colégio são compreendidos como um estímulo a entender o ser humano, sendo capaz de, através do processo educativo, aprender a pensar, a conhecer, a fazer escolhas e elaborar o saber vinculado à prática. Contudo, o processo educativo tem como objetivo, sob o ponto de vista dos valores, não somente a informação, mas também o conhecimento das ciências, o contato

com a arte, com o patrimônio cultural, filosófico, teológico, científico, e tecnológico, mediante o qual se pode compreender o processo da construção do conhecimento da humanidade e questões da realidade contemporânea.

Primeiramente, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos pais dos estudantes a fim de obter a autorização para a realização da pesquisa, bem como um documento solicitando a participação voluntária dos mesmos nesse processo de pesquisa (APÊNDICE A). Um questionário foi elaborado como instrumento de coleta de dados para a posterior análise estatística segundo o método de Hake (2002) sobre a temática da SD: fisiologia vegetal.

Esses questionários tiveram perguntas fechadas de múltipla escolha e foram aplicados antes e após cada Caso da SD que foi desenvolvida em sala de aula.

Para Cervo *et al* (2006), o questionário é a forma mais usada para a coleta de dados porque através deste instrumento mede-se o que deseja. As questões de múltipla escolha são de fácil aplicação e simples de codificar e analisar. As perguntas abertas possibilitam recolher informações mais ricas e variadas, porém são analisadas e codificadas com mais dificuldades.

Para fins de proteção dos estudantes, os questionários não foram identificados por nome, apenas por um sistema de codificação desenvolvido previamente.

Após a coleta dos dados, procedeu-se ao tratamento das respostas dos pré-testes e pós testes que foram aplicados na SD. Verificamos se a utilização de experimentos e da hipermídia surtiu efeito no ganho em aprendizagem da turma.

4.4 A Intervenção Pedagógica

O objetivo desta intervenção pedagógica foi verificar se as várias formas de representação poderiam propiciar um maior entendimento sobre fisiologia das plantas para os alunos. Para isso, uma SD foi elaborada e colocada em ação com alunos da 3ª série do ensino médio. E, numa tentativa de realizar a interdisciplinaridade entre os conteúdos físico-químicos da fisiologia das plantas foi produzido um hipertexto com vários tipos de hipermídias.

Primeiramente, foi analisado o conteúdo da fisiologia das plantas a fim de identificar que conteúdos de química e física estavam implícitos na biologia e que precisavam ser melhor abordados para os alunos.

Na sequência foram planejados os tipos de hipermídias que seriam produzidos para o site e que os alunos iriam explorar durante as aulas desta SD.

Após este planejamento inicial, vários tipos de hipermídia foram produzidos para serem inseridos no *site*. Foram criados áudio-aulas, vídeos, *slides*, experimentos, imagens e animações para que os alunos pudessem acessar durante a aplicação desta SD.

O desenvolvimento de um hipertexto deve considerar que a educação com hipermídias promove um melhor meio de aprendizagem que os métodos tradicionais. Considerando isso, o desenvolvimento dessas hipermídias devem observar condições concretas e específicas de como esse material deve ser desenvolvido para maximizar o aprendizado. Seus resultados indicam um importante passo na integração do conhecimento sobre os processos cognitivos envolvidos na leitura de um documento de aprendizado de hipertexto.(DESTEFANO; LEFEVRE, 2007).

As hipermídias trazem uma série de benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, pois permitem incorporar diversas formas distintas de representação da informação, tais como: áudio, vídeo, animação, atividades interativas, textos, hipertextos. Tais elementos contribuem para uma aprendizagem não linear e que pode adaptar-se às diferentes necessidades de aprendizagem dos educandos. No caso da fisiologia vegetal, em que muitos dos sistemas estudados são microscópicos e normalmente não diretamente acessíveis ao observador, o uso de hipermídias pode ser muito vantajoso. Havendo a necessidade de explicar um aspecto morfológico das plantas, é possível valer-se de recursos áudiovisuais e, até mesmo de simulações para trazer elementos capazes de promover a aprendizagem de tal tópico. Isso seria algo um tanto quanto difícil de realizar usando apenas quadro e giz. Além do que, a hospedagem do material didático digital em um *site* da web ou em uma rede local da escola, oferece aos estudantes envolvidos no processo a possibilidade de acessar o conteúdo em horários e em locais que ultrapassam as barreiras da sala de aula, promovendo um aprendizado mais flexível e não formal. Em se tratando de um *site* web, a possibilidade de organização do conteúdo na forma de páginas principais e páginas secundárias permite organizar o conteúdo tal qual previsto na TFC. As páginas principais do *site* abarcam o conteúdo dos CASOS (as pequenas unidades didáticas que remetem ao conteúdo FISIOLOGIA VEGETAL). As páginas secundárias, hierarquicamente dependentes das páginas principais, são os MINI-CASOS (os pedaços de informação “do tamanho de uma mordida” previstos por Spiro). A ligação entre os diferentes casos é feita através dos TEMAS, e esses podem ser identificados no sítio web através das TAG, que são rótulos que podem ser

adicionados às páginas e sub-páginas do *site* e que facilitam a recuperação da informação quando necessário. Explicando essa última colocação, uma TAG (ou rótulo) marca todas as publicações de um sítio. Quando preciso, o usuário solicita ao sítio que exiba todas as publicações marcadas com a mesma TAG e, em instantes, essa informação é exibida em ordem cronológica de surgimento no sítio. Assim, embora de forma sucinta, fizemos uma descrição de alguns dos aspectos que favorecem o uso de hipermídias no ensino de fisiologia vegetal.

Quanto ao aspecto aprendizagem, os TEMAS (representados pelas TAG descritas anteriormente), considera-se que o estudante "aprendeu" um assunto se ele conseguir por conta própria observar que a mesma informação é exibida de forma ligeiramente diferente em cada CASO. Assim sendo, espera-se observar essa ligação entre os CASOS através dos TEMAS nas respostas dos questionários aplicados antes e após a realização das atividades didáticas do projeto.

A partir deste entendimento, o site foi criado dentro da proposta de Rand J. Spiro (1990) em que um conteúdo complexo é dividido em várias partes, em casos e mini casos a fim de explorar o mesmo conteúdo em diferentes perspectivas. E neste contexto a biologia foi abordada sob aspectos físico-químicos.

Já na perspectiva de Vygostsky, o processo de aprendizagem acontece quando o aluno se apropria da linguagem e através dela faz uso dos seus instrumentos.

E para a avaliação desta SD, análises quantitativas foram discutidas durante e depois do processo da aplicação das aulas e de acordo com a metodologia de Hake, o ganho na aprendizagem também foi analisado. De forma que este trabalho possui resultados que foram discutidos de forma qualitativa e quantitativa.

4.5 Desenvolvimento da Pesquisa

O problema norteador deste trabalho tinha a seguinte questão: **"Como a abordagem físico-química pode auxiliar no ensino do conteúdo da fisiologia das plantas?"**

Para responder a questão de como a abordagem físico-química pode auxiliar no ensino do conteúdo de fisiologia das plantas, uma Sequência Didática (SD) de ensino e aprendizagem foi desenvolvida e avaliada neste trabalho. Essa SD foi baseada nos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) e sua implementação foi mediada por um

hipertexto elaborado de acordo com cada etapa da SD. Em linhas gerais, neste trabalho são apresentadas as informações biológicas e químicas da fisiologia das plantas sob várias formas de representação. Fenômenos físico-químicos observados nas raízes, xilema e floema foram abordados por meio de experimentos simples, descritos adequadamente nas hipermídias.

Na discussão dos resultados uma análise quantitativa e qualitativa é descrita com informações detalhadas de toda a SD realizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento da SD, utilizando a metodologia da intervenção pedagógica, foram analisadas diversas produções dos alunos bem como as suas atitudes diante de diferentes perspectivas sobre o mesmo conteúdo, neste caso, a fisiologia das plantas angiospermas. Analisaram-se quais as atividades que os alunos mais gostaram de desenvolver (aulas expositivas, aulas no laboratório de informática e aulas práticas no laboratório de ciências) e o processo de aprendizagem com os pré- testes e pós- testes.

No item seguinte deste trabalho é feito um relato sobre a intervenção pedagógica e a descrição da SD com as atividades trabalhadas durante cada semana desta intervenção.

5.1 Relato da Sequência Didática

A SD aconteceu no período de sete semanas consecutivas durante o segundo trimestre do ano de 2016, iniciando logo após o período de recuperações do primeiro trimestre. A proposta foi desenvolvida na componente curricular de Biologia, que possui três períodos semanais. (17 horas/aula).

Na primeira semana foi entregue aos alunos o TCLE (APÊNDICE A) e após a entrega dos termos a SD foi iniciada. Primeiro foi realizada uma conversa com os alunos explicando a importância deste trabalho e uma "Aula Inaugural" foi realizada no laboratório de Informática da escola para a apresentação do site construído para esta SD.

O site foi explorado para explicar aos alunos que a SD teria alguns momentos em que eles fariam testes. Foi aplicado para cada Caso (Nutrição Orgânica das Plantas, Respiração Vegetal, Nutrição Inorgânica das Plantas e Condução da Seiva Orgânica) um teste de conhecimentos prévios, com questões fechadas sobre os Mini Casos de cada Caso, e após algumas aulas o mesmo teste foi reaplicado para posterior análise de dados.

No quadro da página seguinte, seguem os Casos e seus respectivos Mini Casos:

Quadro 3 – Casos e Mini Casos do abordados no site:

CASOS:	**MINI CASOS:**
Caso 1: **<u>Nutrição Orgânica das Plantas</u>**	• Nutrição Orgânica: Definição • Fotossíntese: conceito e vídeo • Aspectos químicos da Fotossíntese • Clorofila • Produtos da Fotossíntese • Fatores que afetam a fotossíntese • Fotossíntese e respiração das plantas • Estômatos
Caso 2: **<u>Respiração Vegetal</u>**	• Respiração • Experimento sobre respiração • Influência da luz na respiração • Produção de O_2 na fotossíntese
Caso 3: **<u>Nutrição Inorgânica das Plantas</u>**	• Hipótese da Coesão-Tensão (vídeo de autoria própria) • Absorção da Seiva Bruta (animação sobre via simplasto e apoplasto) • Macronutrientes e Micronutrientes (vídeo autoria própria) • Experimento sobre Capilaridade (slide show)
Caso 4: **<u>Condução da Seiva Orgânica</u>**	• Estrutura do Floema • Hipótese do Desequilíbrio Osmótico (vídeos) • Papel do Floema

Fonte: a autora

5.2 Diário de Atividades

A SD foi dividida em quatro etapas, chamadas de Casos. O quadro abaixo mostra uma síntese das atividades realizadas durante esta intervenção pedagógica.

Quadro 4 – Síntese das atividades realizadas nesta SD

SEMANAS	CASOS	AULAS
1ª Semana	**Caso 1**	**1ª aula: Aplicação do Pré-teste do Caso 1 (1h/aula)** **2ª aula: Apresentação do site no Laboratório de Informática (1h/aula)** **3ª aula: Aula expositiva sobre nutrição orgânica das plantas (1h/aula)**
2ª Semana	**Caso 1**	**4ª aula: Vídeo sobre fotossíntese e pesquisa sobre arborização urbana.** **5ª aula: Aula prática – Fotossíntese e liberação de oxigênio (2h/aula)** **6ª aula: Aula prática sobre plantas Angiospermas (Dia da Árvore) (3h/aula)**
3ª Semana	**Caso 2**	**7ª aula: Aplicação do Pós-teste do Caso 1 e Pré-teste do Caso 2 (1h/aula)** **8ª aula: Aula prática para observação de estômatos (2h/aula)**
4ª Semana	**Caso 2**	**9ª aula: Aula prática – Tirando o ar da folha (1h/aula)** **10ª aula: Aula prática – Produção de oxigênio na fotossíntese (1h/aula)**

SEMANAS	CASOS	AULAS
5ª Semana	**Caso 3**	**11ª aula: Aula expositiva e dialogada sobre macronutrientes e micronutrientes, vídeo de autoria própria sobre macro e micronutrientes (1h/aula)** **12ª aula: Aplicação do Pós-teste do Caso 2 e Pré-teste do caso 3 (1h/aula)** **13ª aula: Aula prática – Condução de água pelo xilema (1h/aula)**
6ª Semana	**Caso 4**	**14ª aula: Aula de informática (Caso 3) (1h/aula)** **15ª aula: Aplicação do Pós-teste do Caso 3 e Pré-teste do Caso 4 (1h/aula)** **16ª aula: Aula expositiva e dialogada sobre a condução da seiva orgânica. 91h/aula)**
7ª Semana	**Caso 4**	**17ª aula: Aplicação do Pós-teste do Caso 4 (1h/aula)**

Fonte: a autora

Atividades da 1ª semana: 3h/aula

CASO 1:

Iniciei a SD conversando com os alunos sobre a Fisiologia das Plantas e como esta temática seria desenvolvida durante as próximas semanas. Questionei os alunos se eles sabiam do que se tratava a fisiologia vegetal e se eles também sabiam da importância deste tema. Após a breve explicação sobre o tema, os alunos responderam ao primeiro pré-teste do Caso 1. Também nesta semana, os alunos foram levados ao laboratório de informática para que eles tivessem o primeiro contato com site Fisiologia Vegetal + Química

(www.fisiovegetal2016.weebly.com) que foi produzido exclusivamente para esta pesquisa (APÊNDICE B).

No laboratório de informática expliquei que a Fisiologia das Plantas foi dividida em quatro Casos e que cada Caso tinha vários Mini Casos e que, à medida que o conteúdo fosse abordado, diferentes hipermídias poderiam ser exploradas com o objetivo de ajudar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Alguns alunos falaram que estavam impressionados com a quantidade de material produzido só para ajudar eles na hora da avaliação e que isso era bem importante.

Ainda na primeira semana os alunos tiveram uma aula expositiva sobre a nutrição orgânica das plantas, o conceito da fotossíntese, os fatores que podem afetar a fotossíntese e a relação existente entre a fotossíntese a respiração das plantas. Os alunos questionaram se a produção de substâncias que ocorre pela fotossíntese tem sempre eficiência máxima e qual molécula desencadeava este processo, que é a molécula da clorofila.

1ª aula: Aplicação do pré- teste do Caso 1:

A sequência didática teve início no dia 14/09/16, com a aplicação, em sala de aula, de um pré-teste contendo 8 questões objetivas (APÊNDICE C), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto da Nutrição Orgânica das Plantas. Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre a nutrição autotrófica das plantas, o fenômeno da fotossíntese, as substâncias orgânicas produzidas por meio da fotossíntese, o que esse processo libera para a atmosfera, e qual a função química que a clorofila desempenha na fotossíntese. Os alunos necessitaram de aproximadamente uns 40 minutos para responder as questões do questionário.

A figura 1 mostra os alunos respondendo ao pré-teste do Caso 1.

Figura 1 – Alunos respondendo ao pré-teste do caso 1

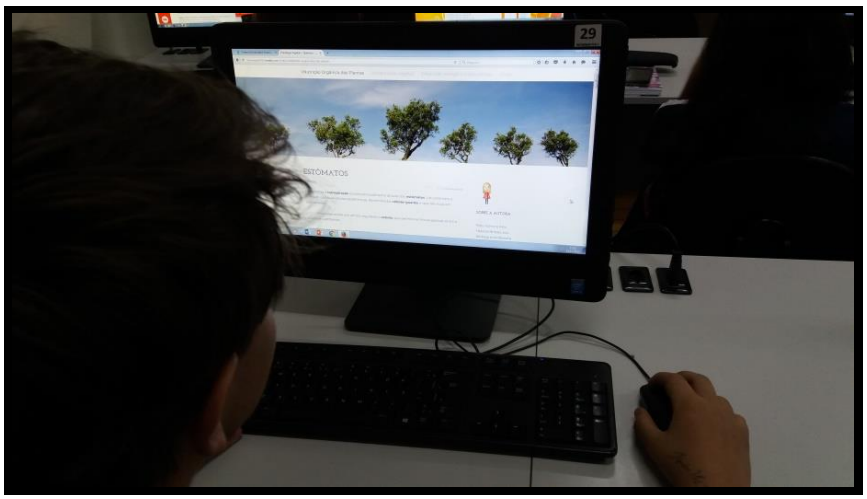
Fonte: acervo da autora

2ª aula: Apresentação do site Fisiologia Vegetal + Química

Na segunda aula, os alunos foram conduzidos ao Laboratório de Informática da escola e neste encontro foi explicado que o site Fisiologia + Química (www.fisiovegetal2016.weebly.com) de autoria própria, foi produzido com o objetivo de auxiliar o entendimento sobre a Fisiologia das Plantas. A turma pode explorar o site durante uma hora aula e perceber que um mesmo assunto estava sendo abordado de diferentes formas.

Os alunos percorreram os materiais disponíveis no Caso 1 (APÊNDICE D) onde estavam incluídos vários tipos de mídias, tais como: áudio, slides, imagens, etc.

Figura 2 – Alunos visualizando o Caso 1 no laboratório de informática



Fonte: acervo da autora

3ª aula: Apresentação sobre a Nutrição Orgânica das Plantas

Aula expositiva e dialogada sobre a Nutrição Orgânica das Plantas. Os conceitos de fotossíntese, fatores que podem afetar a fotossíntese e a relação existente entre a fotossíntese e a respiração das plantas foram abordados com o auxílio de slides (APÊNDICE E) produzidos em power point. O mesmo material também foi disponibilizado no site para que os alunos pudessem acessar no momento em que precisassem deste material de apoio.

Figura 3 – Aula sobre Nutrição Orgânica

Fonte: acervo da autora

Atividades da 2ª Semana: 6h/aula:

CASO 1:

Na segunda semana os alunos tiveram suas aulas no Laboratório de Ciências da escola. Assistiram a um vídeo de curta duração sobre a fotossíntese com o objetivo de retomar o conteúdo e no mesmo período receberam as instruções sobre a aula prática que tiveram no Dia da Árvore (21/09) no turno inverso. Os alunos receberam a tarefa de pesquisar sobre arborização urbana (o que é a arborização urbana, áreas verdes, arborização das ruas e os benefícios proporcionados pelas árvores ao meio ambiente).

O assunto da aula no laboratório de ciências foi sobre a fotossíntese e a liberação de oxigênio. A aula prática foi preparada juntamente com os alunos e cada um recebeu um

relatório para que fizessem suas observações e anotações do experimento e dos resultados obtidos depois da parte prática. Os alunos foram dispostos ao redor de uma mesa grande e única para observarem o experimento. Alguns dos alunos foram solicitados para auxiliar a professora e todos silenciosamente observaram a prática em que num ambiente bem iluminado, uma vela foi fixada em um pires e acesa, um aquário cobriu a vela e foi anotado o tempo que a chama demorou a apagar. Após a primeira parte, o aquário foi colocado de cabeça para cima para arejar e renovar o ar do interior do aquário e o mesmo procedimento foi repetido, porém com um feijoeiro, de aproximadamente uma semana e bem úmido, foi colocado no aquário invertido com a vela acesa para verificar quanto tempo à vela demorou a apagar e após o experimento comparar os resultados com o tempo anterior. Os alunos registraram os diferentes tempos e responderam que fatores poderiam afetar ou que afetaram os resultados.

A aula no turno inverso aconteceu em uma praça da cidade, onde os alunos foram convidados a participar, sem obrigatoriedade. Nesta aula falamos sobre as plantas angiospermas, sobre a importância das árvores para o meio ambiente, sobre a arborização das praças em nossa cidade e fizemos o reconhecimento de algumas espécies. No final da aula foram entregues os trabalhos solicitados anteriormente.

4ª aula: Vídeo sobre fotossíntese e atividade relacionada ao Dia da Árvore

Neste período os alunos assistiram a um vídeo de curta duração sobre a fotossíntese disponível no site da Biblioteca Digital de Ciências (BDC Unicamp) para a retomada de conceitos vistos na aula anterior. Também nesta aula, os alunos receberam as instruções para a pesquisa e prática sobre arborização urbana que aconteceu no turno inverso em comemoração ao Dia da Árvore. O trabalho sobre a arborização urbana teve como tarefa descrever os seguintes itens:

- O que é a arborização urbana?
- O que são Áreas Verdes?
- Arborização das ruas
- Benefícios proporcionados pelas árvores ao meio ambiente

5ª aula: Aula prática sobre Fotossíntese e Liberação de Oxigênio

Nesta aula os alunos receberam um relatório para anotar as observações e os resultados obtidos desta aula prática. A experiência teve como objetivo verificar quanto tempo uma vela ficaria acesa dentro de um aquário sem planta e depois com uma planta liberando oxigênio. O experimento foi feito em local bem iluminado do laboratório e com uma muda de feijoeiro bem hidratada. Em função de a planta estar em condições ideais de iluminação e de hidratação os estômatos deveriam estar abertos e os alunos deveriam fazer essa reflexão.

Para a montagem e preparação do experimento foram utilizados os seguintes materiais.

Materiais:

- 1 aquário pequeno
- 1 vela
- Fósforo
- Um vaso com feijoeiro (com aproximadamente uma semana), com o solo bem úmido (não pode ser encharcado)
- Um cronômetro

Montagem do Experimento:

O experimento foi feito em ambiente bem iluminado e com o feijoeiro bem irrigado (figura 4). Um aluno acendeu a vela e a fixou em um pires. Outro aluno colocou o aquário invertido sobre a vela apagada a fim de verificar se ela se ajustava bem a base do pires e também para verificar se não havia entrada de ar. O aquário foi retirado, a vela foi acesa e o aquário foi colocado novamente sobre a vela acesa e o restante da turma cronometrou o tempo que a vela levou para apagar. O resultado foi anotado no relatório (APÊNDICE F). Após esse tempo outros alunos retiraram o aquário e o deixaram arejar de cabeça para cima para renovar o ar em seu interior. O mesmo procedimento foi realizado novamente, porém colocando o feijoeiro próximo da vela acesa. Novamente a turma verificou o tempo que a vela levou para apagar e comparou com o tempo anterior.

Resultados:

A turma verificou que a vela demorou mais para apagar quando o feijoeiro foi colocado dentro do aquário. Na discussão dos resultados da aula prática foi concluído que isso ocorreu porque durante a fotossíntese há produção de oxigênio, o que manteve a chama da vela acesa por mais tempo. Como este experimento foi realizado em ambiente bem iluminado e a planta estava bem hidratada, os estômatos deveriam estar abertos. Questionei os alunos sobre a possibilidade de esta experiência ter outros resultados e, portanto, quais os fatores que poderiam interferir provocando o fechamento dos estômatos. A maioria da turma respondeu que os estômatos estariam fechados se a planta estivesse em local com pouca luminosidade, pouca hidratação e ou ainda em um ambiente em que a vela e a planta estivessem com muita distância.

Figura 4 (a) e (b) – Aula prática "Fotossíntese e liberação de oxigênio"

(a)

(b)

Fonte: acervo da autora

6ª aula: Aula Prática sobre Plantas Angiospermas na Praça das Carretas (Dia da Árvore):

Esta aula teve como objetivo principal a sensibilização dos alunos em relação aos benefícios e importância proporcionados pelas árvores. Os alunos foram convidados a participarem desta aula em turno inverso na Praça das Carretas, no centro da cidade. Ocorreu no dia 21 de setembro, no Dia da Árvore.

Inicialmente, a turma foi acolhida e todos sentaram a sombra de uma árvore. Discutiram sobre a importância das plantas e árvores para o meio ambiente. Expliquei aos alunos que os parques arbóreos da cidade são patrimônios importantes de toda a sociedade bem como todas as árvores presentes nas praças, canteiros, calçadas e unidades de conservação. Também foi explicado que através de um inventário arbóreo (levantamento de todas as espécies de um local) é que podemos conhecer quais são as espécies presentes na nossa cidade, o estado de saúde delas e a relação das árvores com as estruturas construídas pelo homem. Também foi explicado que o conhecimento sobre as árvores é um princípio básico em qualquer ação de educação ambiental, pois é a partir deste conhecimento que as pessoas passam a reconhecer as árvores como seres vivos e que este processo de

reconhecimento é fundamental para a sobrevivência da espécie humana. Após a explanação percorremos por algumas espécies de árvores presentes na praça para identificação das mesmas. Ao final desta atividade foram entregues os trabalhos solicitados previamente em sala de aula.

Figura 5 – Aula prática na Praça das carretas

Fonte: acervo da autora

Atividades da 3ª Semana: 3h/a

CASO 2:

Na terceira semana, os alunos receberam o pós-teste do Caso 1 e o pré-teste do Caso 2. A expectativa inicial do tempo de resposta do pós-teste era que tivesse o mesmo tempo de resposta que o pré-teste teve. Entretanto, isto não ocorreu. O pós-teste teve um tempo superior, indicando uma maior atenção na resolução das perguntas, sendo realizado durante todo o período de aula.

Na segunda aula da semana, os alunos observaram no microscópio óptico, as estruturas responsáveis pela respiração e fotossíntese das plantas, que são os estômatos. O laboratório utilizou o microscópio óptico que está acoplado a uma câmera digital e a visualização ocorreu em uma televisão para que todos pudessem visualizar a mesma imagem. Para a confecção da lâmina histológica e observação do material a turma foi dividida em dois

grupos. Um grupo de alunos foi ao espaço ecológico da escola e coletaram folhas. O outro grupo de alunos organizou o material para a confecção das lâminas histológicas.

Os alunos demonstraram bastante entusiasmo nesta atividade, pois participaram ativamente em todas as etapas e após a confecção das lâminas histológicas com as folhas, fizeram seus desenhos.

7ª aula: Aplicação do Pós-teste do Caso 1 e Pré-teste do Caso 2:

Concluindo as atividades do Caso 1, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 8 questões objetivas (APÊNDICE G), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Nutrição Orgânica das Plantas, porém, depois de serem submetidos a todas as intervenções ao longo deste estudo. Também neste mesmo período os alunos fizeram o Pré-teste do Caso 2 (APÊNDICE H). Neste questionário os alunos responderam a 6 questões objetivas em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Respiração vegetal. Pretendeu-se com esse pré-teste avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o Sistema Respiratório das Plantas que ocorre pelos estômatos. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões dos dois questionários.

Figura 6 – Alunos respondendo ao Pós-teste do Caso 1 e Pré-teste Caso 2

Fonte: acervo da autora

8ª Aula: Aula prática para a observação de estômatos

Nesta aula os alunos receberam um relatório para descrever sobre o conceito e função dos estômatos, como eles estão formados e após as descrições os alunos realizaram o desenho desta estrutura responsável pela respiração e fotossíntese das plantas. Todo o procedimento foi realizado com a ajuda da turma que foi previamente dividida em dois grupos. O primeiro grupo foi ao espaço ecológico da escola coletar folhas e o restante da turma ficou no laboratório de ciências preparando os materiais para a posterior observação no microscópio óptico. Antes de os alunos prepararem seus materiais, todo o protocolo foi explicado oralmente. Segue abaixo o protocolo para a observação de estômatos. Esta aula prática é simples e não necessita de corantes para que ocorra a visualização das estruturas. (APÊNDICE I)

Objetivos:

Observar e identificar estômatos.

Materiais:

- Microscópio
- Lâmina
- Lamínula
- Folhas de plantas
- Pinça
- Lâminas de barbear
- Conta-gotas com água

Procedimentos:

Retirar da folha coletada uma fina película da folha com o auxílio de uma lâmina de barbear e colocar sobre a lâmina. Deve-se utilizar a pinça para o referido procedimento. Pingar 1 ou 2 gotas de água de água para conservar o material a ser estudado. Com cuidado colocar a lamínula sobre o material de modo que não haja formação de bolhas de ar para não atrapalhar a visualização. Levar a lâmina ao microscópio e identificar os estômatos.

Resultados Esperados:

Nesta aula prática os alunos identificaram estruturas celulares em nível microscópico, o contorno celular e organelas celulares como os estômatos. Os estômatos costumam ser vistos apenas na forma plana nos livros e nesta aula prática os alunos visualizaram a forma real, de maneira simples e interessante. Este experimento reuniu competências curriculares ao bom desenvolvimento da aprendizagem e também valorizou trabalho em grupo, desenvolvendo a comunicação e a articulação do conhecimento de forma coletiva.

Figura 7 (a), (b), (c), (d) – Aula prática sobre estômatos

(a)

(b)

(c)

(d)

Fonte: acervo da autora

Atividades da 4ª Semana: 2h/a

CASO 2:

A primeira aula desta semana foi cancelada em função de outra atividade escolar e por isso os alunos tiveram apenas duas horas/aula.

A segunda aula foi realizada no laboratório de ciências e os alunos foram dispostos em 6 grupos para realizarem a atividade prática: "Tirando o ar da folha". O objetivo desta aula foi observar a saída de ar da superfície interior das folhas. Os alunos coletaram folhas iguais no pátio da escola para seus respectivos grupos e no laboratório desenvolveram a atividade. Cada grupo tinha um prato fundo com água fria e outro com água quente. Os grupos colocaram as folhas submersas nos dois pratos. Fizeram isso uma vez com a superfície inferior das folhas voltadas para cima e uma segunda vez (com outras folhas) com a superfície voltada para baixo. Após o procedimento anotaram os resultados e preencheram um relatório.

Ainda na mesma aula os alunos observaram uma segunda experiência sobre a produção de oxigênio na fotossíntese. A preparação do experimento foi realizada enquanto os alunos terminavam os relatórios da experiência anterior. Foi simulada a fotossíntese onde um ramo de uma planta aquática foi colocada em um béquer e logo após foi coberta por um funil emborcado. Sobre a haste do funil um tubo de ensaio foi colocado e tomado o cuidado de não formar bolhas. O béquer foi preenchido por água com bicarbonato dissolvido e uma luminária foi aproximada na planta. Após 20 minutos aproximadamente os alunos observaram que a planta começou a liberar bolhas e novamente um relatório foi preenchido.

9ª Aula: Aula prática: "Tirando o ar da folha"

Nesta aula os alunos receberam um relatório e observaram a saída de ar das folhas pela superfície inferior da mesma. (APÊNDICE J)

Materiais:

- Folhas de uma mesma planta
- Água quente e água fria
- 2 pratos fundos

Procedimentos:

Colocar água fria em um prato fundo e água quente em outro prato. Colocar as folhas submersas em cada um dos pratos. Fazer esse procedimento uma vez com a superfície inferior das folhas voltadas para cima e uma segunda vez (com outras folhas) com a superfície voltada para baixo. Anotar o que foi observado e responder as seguintes atividades:

1) Em qual dos pratos (água quente ou fria) formaram-se bolhas?
2) Em qual das superfícies das folhas formaram-se bolhas?
3) Onde estava esse ar?
4) O que fez com que esse ar saísse da folha?

Resultados Esperados:

A turma verificou que se formaram bolhas no prato com água quente. Foi então discutido que com água quente, o oxigênio armazenado no mesófilo das folhas (parênquima), sofre uma dilatação no seu volume causado pelo aumento de temperatura. O oxigênio sofre uma expansão volumétrica, que é explicada pela Lei de Charles (V=K.T). Com isso, quanto maior a temperatura, maior o volume. E desta forma, o oxigênio escapa.

Figura 8 (a) e **(b)** – Aula prática "Tirando o ar da folha"

(a) **(b)**

Fonte: acervo da autora

10ª Aula: Aula prática: "Produção de oxigênio na fotossíntese"

A fotossíntese, termo que significa "síntese utilizando a luz", é geralmente definida como o processo em que a energia solar é capturada e transformada em energia química. Por meio dela, muitos organismos autotróficos conseguem sintetizar material orgânico, ou seja, produzir seu próprio alimento.

Nesta aula prática, os alunos receberam um relatório para anotar as observações e os resultados obtidos desta experiência. (APÊNDICE K)

Para a montagem e preparação do experimento foram utilizados os seguintes materiais:

Materiais:

- Um copo de Becker de 1000 mL
- Um funil de vidro
- Um tubo de ensaio
- Uma colher de sopa
- Um litro de água
- Bicarbonato de sódio
- Uma luminária
- Um maço de planta aquática (*Elodea sp*)

Procedimento:

Colocar uma colher de sopa de bicarbonato de sódio no copo de Becker com o cuidado para não desperdiçar, e no meio do recipiente. Após, colocar um ramo da planta aquática dentro do funil. Introduzir o funil, colocando sua abertura superior, em posição invertida, ou seja, de cabeça para baixo, de forma a envolver a planta. Encher o Becker com água até um dedo acima de onde acaba o funil. Colocar o tubo de ensaio cheio de água sobre a boca do funil com cuidado para que não forme bolhas dentro da água. Com o experimento montado, ligue uma luminária próxima ao copo de Becker e aguarde por alguns minutos.

Observar e responder as questões abaixo:

a) De que maneira observamos que ocorre a fotossíntese?
b) Por onde a folha absorve o gás carbônico?

c) E por onde a planta absorve o gás carbônico?
d) Para realizar fotossíntese, que molécula deve estar presente na célula?
e) Todas as partes da planta fazem fotossíntese? Quais?
f) Todas as partes das plantas respiram? Quais?

Resultados Esperados:

Transcorrido aproximadamente uns 15 minutos, foi possível observar pequenas bolhas de ar (resultantes do processo fotossintético), aderidas na superfície interna do funil e do tubo de ensaio.

Nesta aula os alunos ficaram muito impressionados e relataram que com o experimento realmente entenderam como a planta libera oxigênio. Perguntavam observando a experiência: essas bolhas são o quê? O oxigênio? Liberam pelos estômatos que vimos na aula prática? Os estômatos existem mesmo porque vimos no laboratório.

Figura 9 (a) e (b) – Aula prática "Produção de oxigênio na fotossíntese"

(a) **(b)**

Fonte: acervo da autora

Atividades da 5ª Semana: 3h/a

CASO 3

Na quinta semana e na primeira aula desta etapa da SD, os alunos tiveram uma aula expositiva sobre os macronutrientes e micronutrientes. Após a exposição sobre estes conceitos um texto do próprio livro didático foi explorado onde os alunos fizeram um estudo dirigido sobre adubação, adubos orgânicos e inorgânicos, adubação verde, irrigação e hidroponia. Para o fechamento da aula os alunos assistiram a um vídeo de autoria própria sobre macronutrientes e micronutrientes.

No segundo encontro desta semana (2h/aula) os alunos responderam atentamente ao pós-teste do Caso 2 e o pré-teste do Caso 3. Após o preenchimento dos questionários os alunos foram encaminhados ao laboratório de ciências onde tiveram uma aula prática sobre a condução de água pelo xilema. Uma flor (rosa de cor branca) foi coletada e colocada em um vaso de vidro com água e corante azul. Após este procedimento os alunos foram questionados sobre o que aconteceria em aproximadamente 30 minutos. Durante a espera, os alunos discutiram brevemente sobre o fenômeno da capilaridade e para o encerramento assistiram ao vídeo de autoria própria sobre a condução da seiva bruta e a hipótese da coesão-tensão, ou seja, como a água e os sais minerais são levados das raízes até as folhas.

Foi solicitado nesta semana que os alunos visualizassem os materiais disponíveis no Caso 2 e 3 (APÊNDICES L e M) do site e estudassem as vias de transporte que a seiva bruta pode percorrer (simplasto e apoplasto).

11ª Aula: Apresentação sobre Macronutrientes e Micronutrientes

Aula expositiva e dialogada sobre a nutrição inorgânica das plantas: macronutrientes e micronutrientes. Foi discutido em aula que os vegetais necessitam de diversos elementos químicos que são essenciais ao funcionamento de suas células e que são absorvidos do solo, onde se encontram na forma de sais minerais. Em função da quantidade em que são utilizados pelas plantas, são classificados em macronutrientes ou micronutrientes. Após a explicação os alunos fizeram um estudo dirigido sobre a importância da adubação para a agricultura com os seguintes itens:

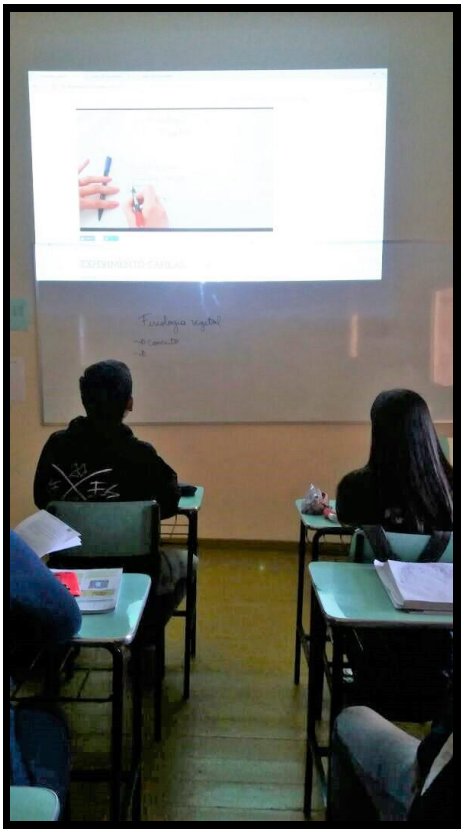
- Adubação do solo;
- Adubos orgânicos;
- Adubos inorgânicos;
- Grau de acidez do solo;
- Irrigação;
- Hidroponia.

Ao final do estudo, realizado no caderno, foi feita a correção das questões e o vídeo de autoria própria sobre macro e micronutrientes que estava no site foi assistido em aula.

Figura 10 – Alunos trabalhando no estudo dirigido

Fonte: acervo da autora

Figura 11 – Alunos assistindo o vídeo sobre macronutrientes e micronutrientes



Fonte: acervo da autora

12ª Aula: Aplicação do Pós teste do Caso 2 e Pré teste do Caso 3:

Concluindo as atividades do Caso 2, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 6 questões objetivas (APÊNDICE N), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Respiração Vegetal, porém, depois de serem submetidos a todas as intervenções ao longo deste estudo. Também neste mesmo período os alunos fizeram o pré-teste do Caso 3 (APÊNDICE O). Neste questionário os alunos responderam a 7 questões objetivas em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Nutrição Inorgânica das plantas. Pretendeu-se com esse pré-teste avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o deslocamento da seiva bruta pelo xilema, a absorção da seiva bruta pelas vias apoplasto e simplasto, e a importância dos macronutrientes e micronutrientes. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões dos dois questionários.

13ª Aula: Aula prática: "Condução de água pelo xilema"

Esta aula aconteceu no laboratório de ciências e os alunos observaram atentamente ao experimento sobre o deslocamento de água pelo xilema das plantas.

As células do xilema que conduzem a seiva bruta são mortas e apresentam reforços de lignina em suas paredes. Essas células dispõem-se formando longos tubos cilíndricos, desde a raiz até as folhas. Há duas hipóteses para explicar como a seiva bruta é transportada da raiz até as folhas.

- A água é empurrada da raiz para as folhas: pressão positiva ou impulso da raiz;
- A água é puxada por meio das folhas: teoria da coesão-tensão.

A teoria da Coesão-Tensão é a que melhor explica a condução da seiva bruta. Segundo essa teoria, que depende de uma propriedade chamada capilaridade, a perda de água por transpiração atuaria como uma forma de sucção de água.

Para a montagem e preparação do experimento sobre a condução de água pelo xilema (capilaridade) foram utilizados os seguintes materiais: (APÊNDICE P)

Materiais:

- Flores frescas com pétalas brancas
- Becker, tubo de ensaio, proveta ou copo de vidro
- Água
- Tesoura
- Estilete
- Corante alimentício com coloração forte (exceto verde)

Procedimentos:

Aplique o corante na água até que fique na cor desejada. Pegue uma flor, retire todas as folhas de seus ramos e faça um corte transversal no caule da flor no tamanho máximo de 15 cm. Após o corte, mais 2 cm com o caule imerso dentro da solução com corante. Observe os resultados e responda aos exercícios.

Esta é apenas uma das áreas da Biologia conhecida como Fisiologia Vegetal!

1) Descrever o que aconteceu com a flor após 30 minutos:

2) O que ocorre com o transporte da seiva mineral nos vegetais, segundo a Teoria de Dixon, quando as folhas caem no inverno?

3) Quais são os tipos celulares que constituem o xilema?

4) Qual a função dos reforços de lignina, observados ao longo dos elementos dos vasos e das traqueídes?

5) Em um ramo vegetal seccionado foi mergulhado em uma solução de corante. Após algum tempo as nervuras foliares ficaram coloridas. Qual o nome do tecido que transportou o corante até as folhas?

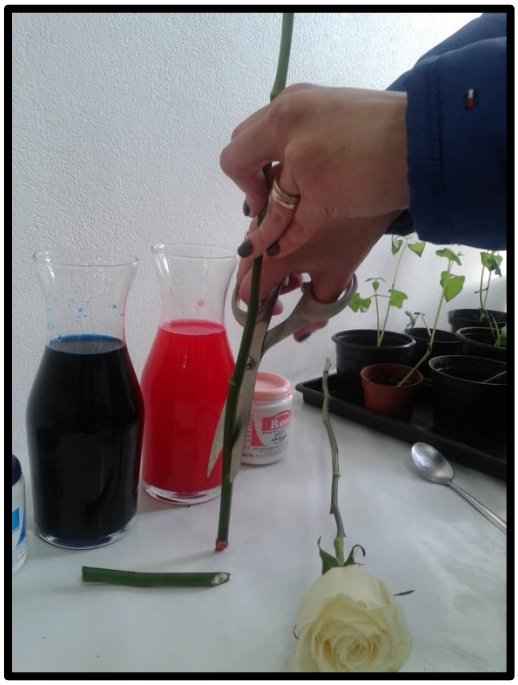
6) Quando uma planta transpira intensamente, a seiva bruta circula _____ e o colapso dos vasos é evitado devido à presença de _____ .
   (a) Em estado de tensão – válvulas dispostas ao longo dos vasos
   (b) Com pressão positiva – depósitos de calose nos vasos lenhosos
   (c) Com pressão negativa – depósitos de suberina nas placas crivadas
   (d) Em estado de tensão – reforços de lignina
   (e) Com pressão positiva – absorção de íons minerais

Resultados Esperados:

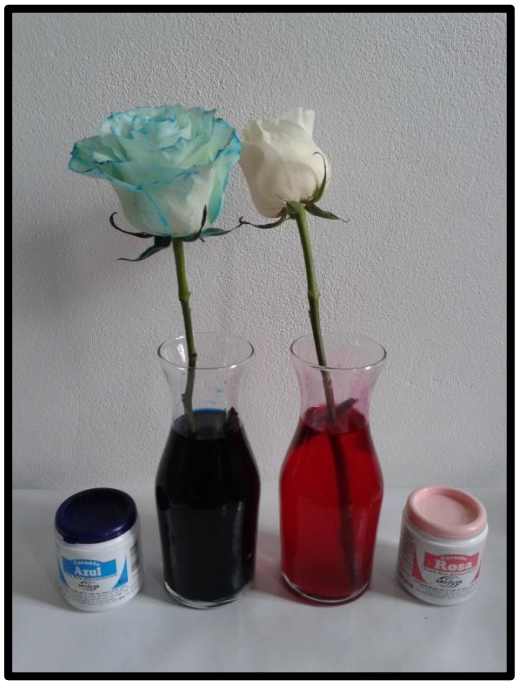
Após os 30 minutos espera-se que as pétalas brancas das flores estejam coradas com o corante alimentício. Os alunos durante a espera discutiram sobre o fenômeno da capilaridade e também sobre a teoria da coesão-tensão, que é a hipótese mais aceita para que ocorra a ascensão da seiva bruta pelo xilema. Por fim, e para encerramento desta aula, um vídeo de autoria própria foi assistido, sobre a condução da água e dos sais minerais, das raízes até as folhas. Segue abaixo as figuras relacionadas a esta aula prática.

Figura 12 (a), (b), (c) – Aula prática "Condução de água pelo xilema"

(a)



(b)



(c)

Fonte: acervo da autora

Atividades da 6ª Semana: 3h/a

CASO 4

Na sexta semana, os alunos tiveram suas aulas no laboratório de informática para a visualização dos materiais dos Casos 3 e 4. Primeiramente os alunos trabalharam com a simulação de como acontece a absorção da seiva bruta e em outra aula os alunos puderam

assistir aos vídeos sobre transporte passivo e permeabilidade da membrana, difusão facilitada, gradientes de concentração e osmose.

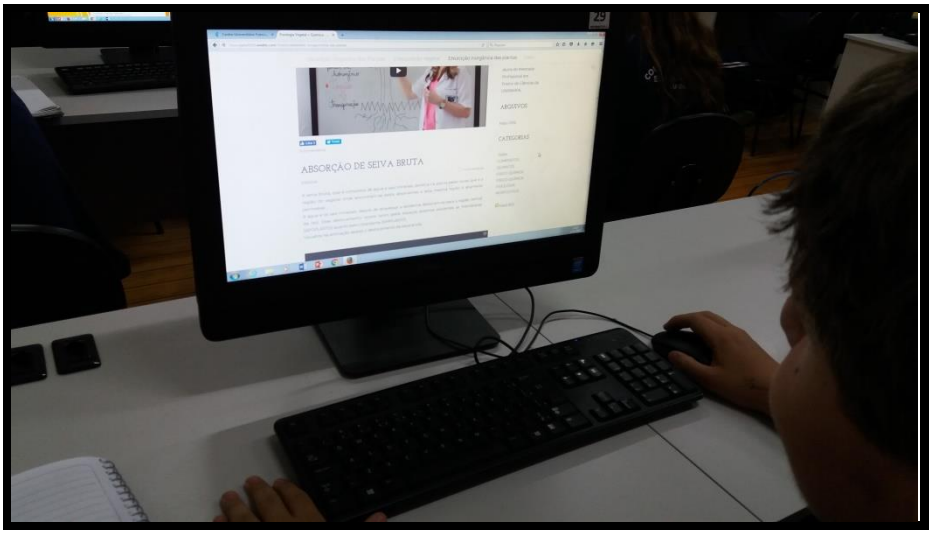
Nesta semana também responderam ao pós-teste do Caso 3 e ao pré-teste do Caso 4.

14ª Aula: Aula no laboratório de informática: Simulação da Absorção da Seiva Bruta

Aula expositiva e dialogada no laboratório de informática. Os alunos foram levados para que explorassem os materiais do Caso 3 do site criado para esta SD. A simulação de como a seiva bruta, depois de atravessar a epiderme se desloca para a região central da raiz foi bem explorado pelos alunos. Esse deslocamento ocorre tanto pelos espaços externos existentes as membranas (apoplasto), quanto pelo citoplasma (simplasto).

A figura abaixo mostra os alunos visualizando o site no laboratório de informática.

Figura 13 – Alunos visualizando o Caso 3



Fonte: acervo da autora

15ª Aula: Aplicação do Pós teste do Caso 3 e Pré teste do Caso 4:

Concluindo as atividades do Caso 3, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas questões objetivas (APÊNDICE Q), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre a nutrição inorgânica das plantas, porém, depois de serem submetidos a todas as intervenções ao longo deste estudo. Também neste mesmo período os alunos fizeram o pré-

teste do Caso 4 (APÊNDICE R). Neste questionário os alunos responderam a 7 questões objetivas em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Condução da Seiva Orgânica das plantas. Pretendeu-se com esse pré-teste avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o papel do floema e como ocorre o deslocamento da seiva elaborada pelo floema. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões dos dois questionários.

16ª Aula: Aula sobre a Condução da Seiva Orgânica:

A última aula desta SD foi sobre como a seiva orgânica se desloca das folhas, ou da região de armazenamento de sacarose, pelo floema até as raízes e, com vídeos sobre o transporte de substâncias nas células, foi definido como o desequilíbrio osmótico acontece para que a condução da seiva orgânica seja realizada.

Os vídeos analisados em aula estavam disponíveis no site de apoio desta SD no Caso 4 (APÊNDICE S).

Figura 14 – Alunos visualizando o Caso 4

Fonte: acervo da autora

Atividades da 7ª Semana: 1h/a – Encerramento da SD

17ª Aula: Aplicação do Pós teste do Caso 4:

Nesta aula os alunos apenas responderam ao pós-teste do Caso 4. (APÊNDICE T)

5.3 Análise da Intervenção Pedagógica

5.3.1 Análise Quantitativa

Conforme foi mencionado anteriormente na Metodologia deste trabalho (seção 4), foi aplicado um pré-teste (que pode ser visto nos APÊNDICES C, H, O e R) no primeiro dia da execução da SD (Seção 5.1), a título de conhecimentos prévios dos alunos. Estes pré-testes tiveram por objetivo avaliar os saberes prévios dos estudantes sobre o tema "Fisiologia Vegetal e seus aspectos físico-químicos".

Este tema é de suma importância porque a fisiologia das plantas depende de conhecimentos de diferentes áreas e do ponto de vista educacional oferece diversas possibilidades de abordagem interdisciplinar. E esse estudo de forma interdisciplinar pode favorecer o estabelecimento de uma visão das plantas como seres vivos, ou seja, se alimentam, respiram e excretam de forma análoga à humana. Com isso, a fisiologia vegetal estuda os mecanismos pelos quais as plantas crescem, se desenvolvem, percebem e interagem no ambiente em que estão inseridas.

Estes mesmos testes foram aplicados após a realização da SD, com a pretensão de avaliar quantitativamente os conhecimentos adquiridos no decorrer deste trabalho. (APÊNDICES G, N, Q e T)

Apresentamos no Quadro 5 a evolução do desempenho dos estudantes entre os pré-testes e pós-testes na forma de médias, desvios-padrão e nível de significância segundo o teste estatístico t de Student.

Quadro 5: Evolução do desempenho dos alunos entre os pré e pós-testes. Escore máximo 28

Média geral (ganho médio)	6,0
Desvio padrão geral (do ganho médio)	2,4
Desvio padrão geral da média	0,5
Média geral do pré-teste	10,6
Desvio padrão geral do pré-teste	2,9
Desvio padrão geral do pré-teste da média	3,4
Média geral do pós-teste	16,6

Desvio padrão geral do pós-teste	3,5
Desvio padrão geral do pós-teste da média	0,7
Nível de significância estatística entre as médias do pré e pós teste	Menor que 0,01 (t = 12,36)

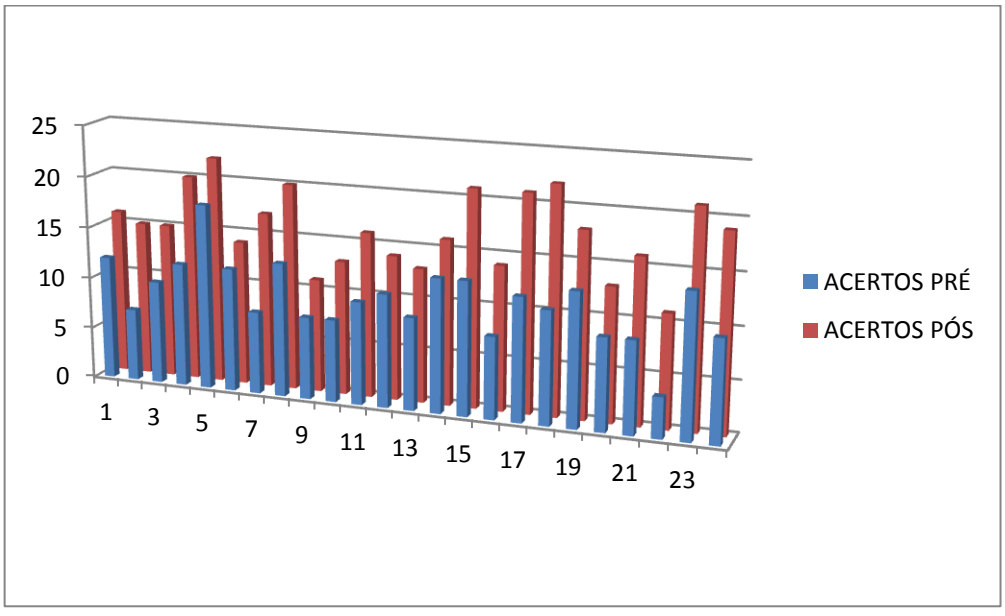
Fonte: a autora

Considera-se que é um fato de grande importância o nível de significância estatística entre as médias dos pré e pós-testes < 0,01, valor encontrado em uma tabela de valores de teste-t de Student. Esse nível de significância indica que a probabilidade de que as alterações no ganho (desempenho dos estudantes ao responder as perguntas dos pré e pós-testes) tenham ocorrido por acaso é menor que 1%.

As questões escolhidas para o teste foram retiradas, em sua maioria, de processos seletivos do tipo vestibular e ENEM. Ou seja, são questões com nível de exigência de mediano para alto, o que torna os resultados bastante animadores.

A Figura 15 apresenta uma comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste de cada um dos 24 sujeitos participantes dessa pesquisa. Foram 24 alunos participantes, os quais responderam um total de 28 questões pré-teste e pós-teste. Observando o gráfico de barras, pode-se perceber que praticamente todos os estudantes apresentaram um desempenho melhor após a aplicação da sequência didática (barras em vermelho).

Figura 15 - Gráfico de barras comparativo entre pré e pós testes



Fonte: a autora

Para melhor compreender o crescimento nos resultados dos alunos, foi realizado um outro tipo de análise quantitativa, o método do ganho na aprendizagem tal como descrito por Hake (2002).

Ele utiliza uma equação simples que permite avaliar o quanto um estudante envolvido em atividades de aprendizagem com envolvimento interativo (EI) progrediu na compreensão daquele determinado tópico em particular.

No quadro 5, foi calculado o índice de aproveitamento nos pré-testes e pós-testes bem como a diferença de desempenho entre esses mesmos dois testes:

Quadro 6 – Desempenho percentual dos alunos

ALUNO	%ACERTOS PRÉ-TESTE	%ACERTOS PÓS-TESTE	DIFERENÇA ENTRE PRÉ E PÓS-TESTE (%)
1	42,86%	57,14%	14,29%
2	25,00%	53,57%	28,57%
3	35,71%	53,57%	17,86%
4	42,86%	71,43%	28,57%
5	64,29%	78,57%	14,29%
6	42,86%	50,00%	7,14%
7	28,57%	60,71%	32,14%
8	46,43%	71,43%	25,00%
9	28,57%	39,29%	10,71%
10	28,57%	46,43%	17,86%
11	35,71%	57,14%	21,43%
12	39,29%	50,00%	10,71%
13	32,14%	46,43%	14,29%
14	46,43%	57,14%	10,71%
15	46,43%	75,00%	28,57%
16	28,57%	50,00%	21,43%
17	42,86%	75,00%	32,14%
18	39,29%	78,57%	39,29%
19	46,43%	64,29%	17,86%

ALUNO	%ACERTOS PRÉ-TESTE	%ACERTOS PÓS-TESTE	DIFERENÇA ENTRE PRÉ E PÓS-TESTE (%)
20	32,14%	46,43%	14,29%
21	32,14%	57,14%	25,00%
22	14,29%	39,29%	25,00%
23	50,00%	75,00%	25,00%
24	35,71%	67,86%	32,14%

O aluno 6 apresentou a menor diferença de desempenho entre pré-teste e pós-teste, ficando com apenas 7,14%. Um aluno (18), apresentou a maior diferença no desempenho entre pré-teste e pós-teste, 39,29%. Considerando melhoras no desempenho acima de 25%, observamos 11 estudantes (2, 4, 6, 7, 8, 15, 17, 18, 21, 22, 23 e 24). De um universo de 24 estudantes, esses 11 sujeitos representam 45,83% da turma. Esse curto estudo comparativo mostra que a aplicação da SD surtiu um efeito positivo sobre a aprendizagem dos estudantes, visto que não só esses 11, mas os 24 estudantes participantes da pesquisa obtiveram algum incremento no desempenho entre o pré-teste e o pós-teste.

Este curto estudo comparativo mostra que a aplicação da SD surtiu um efeito positivo sobre a aprendizagem dos alunos, visto que todos os participantes da pesquisa tiveram algum incremento no desempenho entre o pré-teste e o pós-teste.

A fim de aplicar o método de Hake (2002) para verificar o ganho na aprendizagem da turma, foi calculado a porcentagem de acertos pré-teste (%<pré-teste>) e pós-teste (%<pós-teste>) e, aplicando a equação (Seção 4) obtemos os resultados exibidos no quadro 6:

Quadro 7 - Valores percentuais de acerto nos pré-testes e pós-testes e o ganho normalizado na aprendizagem da turma, (%<g>) calculados segundo o método de Hake (2002).

%<pré-teste>	%<pós-teste>	%<g>máx	%<g>
37,80 %	59,23 %	62,20 %	34,45%

Segundo o autor citado, uma turma que apresente um ganho normalizado na aprendizagem entre 70% e 30% são classificados como cursos de ganho médio e, portanto, são cursos

caracterizados por uma maior interatividade e recursos que promovem um engajamento interativo.

Como estamos preocupados em avaliar a utilização de material didático interativo no ensino interdisciplinar de aspectos físico-químicos da Fisiologia Vegetal, consideramos que um ganho de 34,45% é positivo, e a consequente classificação como um curso com EI é um resultado que fornece indícios de que a SD associada ao material didático interativo contribuiu para a melhora no desempenho dos estudantes no tocante à aplicação dos conhecimentos sobre fisiologia vegetal na resolução de problemas relacionados a essa temática.

5.3.2 Análise Qualitativa

Retomando os objetivos específicos originalmente propostos na seção de Metodologia desta dissertação vamos comentar um a um a fim de discutir os resultados obtidos. Quanto ao primeiro objetivo que era a elaboração de uma de uma SD, segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Sociointercionista de Vygotsky, em que temas como: nutrição orgânica das plantas, respiração vegetal, nutrição inorgânica das plantas e condução da seiva orgânica fossem abordados, esse objetivo foi plenamente atingido. Além da elaboração da SD, foram elaborados vários materiais didáticos digitais, atividades práticas e aulas experimentais.

Em relação ao segundo objetivo que era desenvolver uma SD mediada por TIC, também foi plenamente atingido, pois o site e seus diferentes tipos de materiais didáticos criados para esta SD deram um bom suporte para uma melhor compreensão dos fundamentos de fisiologia das plantas.

As atividades práticas e as aulas experimentais, que estavam relacionadas ao terceiro objetivo específico deste trabalho, estimularam os alunos a refletir e discutir conceitos básicos que os livros trazem apenas na forma teórica. Os alunos realizaram aulas práticas em que conceitos como fotossíntese, respiração vegetal, estômatos e condução de água pelo xilema foram mostrados na forma natural e desta forma puderam tirar suas próprias conclusões a partir da observação e discussão entre os pares.

Em relação ao objetivo específico em que a abordagem do ponto de vista físico-químico de como a água e os sais minerais são absorvidos pelas raízes, e como chegam até as

folhas, foi atingido de forma satisfatória. A aula prática de condução de água pelo xilema foi bem discutida, pois os conceitos de biologia foram confrontados com o conceito de capilaridade e dessa forma os alunos compreenderam que a capilaridade nas plantas representa o modo de como esses seres vivos conseguem obter os nutrientes necessários para a sua sobrevivência. Portanto, o quarto objetivo específico também foi atingido.

O quinto objetivo estava relacionado à elaboração da SD, a qual foi estruturada na forma de uma Hipermídia e envolveu do início ao fim durante as sete semanas, os alunos com o site e com os materiais didáticos que disponíveis para consulta dos conteúdos relacionados à fisiologia vegetal. Além do site, as aulas práticas e experimentais também fizeram com que este objetivo fosse atingido.

Os aspectos interdisciplinares entre a biologia, a química e a física que estavam propostos no sexto objetivo específico deste trabalho ofereceram o maior desafio. Os alunos, ao egressar do ensino médio, apresentam conhecimentos fragmentados e compartimentalizados. Esta SD ajudou a esclarecer algumas inter-relações entre essas áreas do conhecimento e, assim, podemos especular que esse objetivo foi atingido. Em alguns momentos os alunos perguntavam se a parte química vista na aula de biologia era a mesma que a professora de química já havia explicado. Essa relação que fizeram foi bastante positiva e é comprovada pelo ganho na aprendizagem determinado segundo a metodologia de Hake.

Por fim, a análise quantitativa da SD através dos instrumentos de coleta (pré-testes e pós- testes) e a análise qualitativa indicam que o ensino interdisciplinar da fisiologia vegetal aliada aos recursos didáticos interativos contribuiu para a melhora do desempenho dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fase inicial dessa dissertação foi constituída por um levantamento bibliográfico sobre o ensino de ciências, fisiologia das plantas, interdisciplinaridade e tecnologias. Também foi baseado nas minhas vivências e inquietações enquanto professora de biologia no ensino médio e numa proposta para qualificar o ensino de fisiologia vegetal.

Após a aplicação, análise e conclusão desta intervenção pedagógica, consideramos que ela proporcionou um incremento da aprendizagem de acordo com os objetivos que foram inicialmente propostos.

Com as atividades desenvolvidas ao longo deste mestrado pude perceber um aprofundamento no campo teórico, um melhor desempenho no processamento de planos de aula e principalmente no desenvolvimento de novas habilidades e elaboração de materiais didáticos digitais, como por exemplo, criação de site, vídeo-aulas, áudios, slide-show entre outros.

Antes de entrar no mestrado a utilização de vídeo aulas, por exemplo, girava sempre em torno de materiais produzidos por terceiros e no decorrer dessa formação, me apropriei das técnicas de roteirização, filmagem e divulgação de vídeo-aulas (das quais passei a ser protagonista), além da manutenção de um canal do Youtube, chamado Cromossomos Felizes (https://www.youtube.com/c/CromossomosFelizes).

Com isso, a inserção de tecnologias no ambiente da sala de aula, o desenvolvimento de atividades práticas e aulas experimentais contribuíram para que os alunos estabelecessem relações interdisciplinares entre a biologia, a química e a física.

Outro ponto a ser destacado durante a realização desta pesquisa foi o estudo quantitativo e qualitativo que evidenciaram uma melhora na compreensão dos alunos em relação aos conteúdos abordados em sala de aula. Os resultados sobre o ganho na aprendizagem (ganho de 34,45% segundo o método de Hake) corroboram essa afirmação e é possível atribuir esse ganho na aprendizagem às atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da sequência didática. O estudo estatístico - teste t de Student - mostra que temos um nível de significância estatística maior que 0,99. Isso implica que, a chance de que o ganho na aprendizagem seja devido ao mero acaso, é menor que 1%.

Por fim, o desenvolvimento deste trabalho de mestrado foi muito importante, pois abriu novas possibilidades de trabalho com meus alunos e também de repensar minha prática pedagógica.

A cada novo ano em sala de aula eu percebo o quanto o papel do professor é importante e essencial para o crescimento dos alunos. Somos bem mais do que somente aquele que ensina, pois muitas vezes temos que ser, além de professores, pais, amigos, confidentes e tantas outras situações que nos fazem repensar. Porém, acredito na escola, nos meus alunos, e por eles continuo nesta luta diária e por tantas vezes desgastante. Por tudo isso que continuo me aperfeiçoando e estudando. A educação de qualidade é o único caminho para um futuro melhor e mais justo para todos. Cabe aos professores e alunos esse desafio, uma educação que mais tarde dê a todos as mesmas oportunidades.

7 REFERÊNCIAS

AMABIS, J.M, MARTHO, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

BONATTO, A. *et al.* Interdisciplinaridade no ambiente escolar. **Ix seminário de pesquisa em educação na região sul**, 2012. v. 1.

BORGES, R. M. R.; BASSO, N. R. De; FILHO, S. J. B. Da R. **Propostas interativas na educação científica e tecnológica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**.

CARRUTHERS, P. **Thinking in language?: evolution and a modularist possibility**. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/CARTIL>. Acesso em: 15 nov. 2017.

_____; BOUCHER, J. **Language and thought: interdisciplinary themes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2006.

CHEN, W. Hypermedia on learning : a literature review. 2001.

CHOU, I.-C. Understanding on-screen reading behaviors in academic contexts: a case study of five graduate english-as-a-second-language students. doi: 10.1080/09588221.2011.597768: **Computer assisted language learning**, 1 dez. 2012. v. 25, n. 5, p. 411–433. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09588221.2011.597768>.

CLARK, A. An embodied cognitive science? **Trends in cognitive sciences**, 1999. v. 3, n. 9, p. 345–351.

_____. Language, embodiment, and the cognitive niche. **Trends in cognitive sciences**, 2006. v. 10, n. 8, p. 370–374.

DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos**

de educação, 2013. n. 45, p. 57–67.

DEHAENE, S. *et al.* Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence. **Science**, 7 maio. 1999. v. 284, n. 5416, p. 970–974. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.284.5416.970>.

DENNETT, D. C. Learning and labeling. **Mind & language**, 1993. v. 8, n. 4, p. 540–548.

DESTEFANO, D.; LEFEVRE, J. A. Cognitive load in hypertext reading: a review. **Computers in human behavior**, 2007. v. 23, n. 3, p. 1616–1641.

DIAS, P. Hipertexto, hipermédia e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na web. **Revista portuguesa de educação**, 2000. v. 13, n. 1, p. 141–167.

DIAZ, R. M. [Ed]; BERK, L. E. [Ed]. **Private speech: from social interaction to self-regulation.** [S.l.]: Taylor and Francis, 1992.

FACHINETTO, E. A. O hipertexto e as práticas de leitura 1. **Querubin**, 2005.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdiciplinaridade no ensino brasileiro**. [S.l.]: Edições Loyola, 1979.

GADOTTI, M. **Organização do trabalho na escola: alguns pressupostos**. [S.l.]: Atica, 1993.

GENTNER, D. **Encyclopedia of cognitive science**. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/GENEOC>. Acesso em: 15 nov. 2017.

GENTNER, D.; GOLDIN-MEADOW, S. **Language in mind: advances in the study of language and thought**. [S.l.]: MIT Press, 2003.

GRUBER, O.; GOSCHKE, T. Executive control emerging from dynamic interactions between brain systems mediating language, working memory and attentional processes. **Acta psychologica**, 1 fev. 2004. v. 115, n. 2–3, p. 105–121. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691803001112>. Acesso em: 15 nov. 2017.

HAKE, R. R. Assessment of student learning in introductory science courses * ‡. 2002. v. 5, p. 1–24.

HALLOUN, I.; HESTENES, D. The initial knowledge state of college physics students. **American journal of physics**, 1985.

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no ensino médio : a reaproximação das " duas culturas". **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, 2007. v. 7, n. 2.

JACOBSON, M. J.; SPIRO, R. J. Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: an empirical investigation. **Journal of educational computing research**, 1993. v. 12, n. 4, p. 301–333. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED355508.pdf>.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1976.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? **Química nova na escola**, 2000. v. 12.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. De L. Ciências e de matemática no ensino médio interdisciplinarity in science and mathematics education at high school level. **Ciência e educação**, 2007. v. 13, n. 3, p. 399–420.

LEÃO, L. I. C. **O labirinto da hipermídia**. São Paulo: Iluminuras, 2009.

MANGAN, G. L., EYSENCK, H. J. **The biology of human conduct : east-west models of temperament and personality**. [S.l.]: Pergamon, 1982.

MARCUSCHI, L. A. O hipertexto como um novo espaço de escrita em sala de aula. 2001. v. 4, n. 1, p. 79–111.

MIROLLI, M.; PARISI, D. Language as a cognitive tool. **Minds and machines**, 2009. v. 19, n. 4, p. 517–528.

MISHRA, P.; SPIRO, R. J.; FELTOVICH, P. J. Technology, representation, and cognition: the prefiguring of knowledge in cognitive flexibility hypertexts. **Cognitive aspects**

of electronic text processing, 1996. v. 58, p. 287–305.

MOOS, D. C.; MARROQUIN, E. Computers in human behavior multimedia , hypermedia , and hypertext : motivation considered and reconsidered. **Computers in human behavior**, 2010. v. 26, n. 3, p. 265–276. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2009.11.004>.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. Porto Alegre: LIvraria da Física, 2011.

MORIN, E.; CARVALHO, E. D. A.; ALMEIDA, M. D. C. DE. **Educaçao e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. [S.l.]: CORTEZ, 2005.

NAZZI, T.; GOPNIK, A. Linguistic and cognitive abilities in infancy: when does language become a tool for categorization? **Cognition**, 2001. v. 80, n. 3, p. 11–20.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PERTICARRARI, A.; TRIGO, F. R.; BARBIERI, M. R. A contribuição de atividades em espaços não formais para a aprendizagem de botânica de alunos do ensino básico . **Ciência em tela**, 2011. v. 4, n. 1, p. 1–12.

PESSOA, T.; NOGUEIRA, F. Flexibilidade cognitiva nas vivências e práticas educativas: casebook para a formação de professores. **Educação e contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas**, 2009. p. 111–131.

RAVEN, PETER H; EVERT, RAY F; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. **2007**. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Biologia+Vegetal#2%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Biologia+vegetal#2>.

REGO, T. C. **Vygotsky - uma perspectiva historico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

REIGELUTH, C. M. *et al.* **Final report on the structural strategy diagnostic profile project**. San Diego: [s.n.], 1978. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED175426.pdf>.

REZENDE, F.; COLA, C. Dos S. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Ensaio pesquisa em educação em ciências**, 2004. v. 6, n. 2, p. 1–11.

RIBEIRO, M. W.; SILVA, W. A. O ensino da fotossíntese usando realidade aumentada. [S.l.]: [s.n.], 2007. p. 3–5.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTJN, A. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em ensino de ciências**, 2008. v. 13, n. 3, p. 257–274. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/alexbc/materiais/Elio_Ricardo___Zylberszt ajn___Os_PCNs_para_Ci_ncias_no_EM___IEC_v13_n3_a2008.pdf>.

SHANG, H. F. Online metacognitive strategies, hypermedia annotations, and motivation on hypertext comprehension. **Educational technology and society**, 2016. v. 19, n. 3, p. 321–334.

SILVA, L. M.; CAVALLET, V. J.; ALQUINI, Y. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Educação**, 2006. v. 31, n. 1, p. 67–80.

SOUZA, S. C. De; ALMEIDA, M. J. P. M. De. A fotossíntese no ensino fundamental : compreendendo as interpretações dos. **Ciencia & educacão**, 2002. v. 8, n. 1, p. 97–111.

SPELKE, E. S. What makes us smart? core knowledge and natural language. *In*: GENTNER, D.; GOLDIN-MEADOW, S. (Org.). **Language in mind advances in the study of language and thought**. Cambridge: MIT Press, 2003, p. 277–311.

SPIRO, R. J. *et al.* Knowledge acquisition for application: cognitive flexibility and transfer in complex content domains. **Executive control processes in reading**, 1987. p. 177–199.

SPIRO, R. J. *et al.* **Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in ill-structured domains**. Campaign: [s.n.], 1988.

SPIRO, R. J. *et al.* Cognitive flexibility theory: hypermedia for complex learning, adaptive knowledge application, and experience acceleration. **Educational technology**, 2003. v. 43, n. 5, p. 5–10. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ675158>.

SPIRO, R. J.; FELTOVICH, P. J.; COULSON, R. L. Two epistemic world-views: prefigurative schemas and learning in complex domains. **Applied cognitive psychology**, 1996. v. 10, n. 7, p. 51–61. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/%28SICI%291099-0720%28199611%2910%3A7%3C51%3A%3AAID-ACP437%3E3.0.CO%3B2-F>.

SPIRO, R. J.; JEHNG, J.-C. Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. **Cognition education and multimedia**. [S.l.]: Taylor & Francis, 1990, p. 163–205.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.

THIESEN, J. Da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista brasileira de educação**, 2008. v. 13, n. 39, p. 545–598. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v13n39/10.pdf>.

THOMPSON, R.; ODEN, D.; BOYSEN, S. Language-naive chimpanzees (pan troglodytes) judge relations between relations in a conceptual matching-to-sample task. **Journal of experimental psychology. animal behavior processes**, 1997. v. 23, n. 1, p. 31–43. Disponível em: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0097-7403.23.1.31>. Acesso em: 15 nov. 2017.

VYGOTSKY, L. S. Thought and language. *In*: HANFMANN, E.; VAKAR, G. (Org.). Cambridge: MIT Press, 1962.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. [S.l.]: Harvard University Press, 1980.

WAXMAN, S. R.; MARKOW, D. B. **Words as invitations to form categories: evidence from 12- to 13-month-old infants. Cognitive psychology**.

WELLS, A. T.; MCCRORY, R. Computers in human behavior hypermedia and learning : contrasting interfaces to hypermedia systems. **Computers in human behavior**, 2011. v. 27, n. 1, p. 195–202. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2010.07.036>.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações filosóficas**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

ZAGO, L. D. M.; GOMES, A. C.; FERREIRA, H. A. Fotossíntese : uma proposta de aula investigativa. **Biologia**, 2007. p. 759–761.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de Identificação

Título do Projeto: **O Ensino Interdisciplinar de Ciências sob uma Perspectiva Físico-Química: Sequência Didática sobre Fisiologia Vegetal**.
Pesquisador Responsável: Márcio Marques Martins
Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – MPEC
Telefones para contato: (53) 81025328

Nome do voluntário: _____

Idade: _____anos R.G. _____

A profª **Ana Helena Carlos Brittes** é aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Este programa visa à diversificação e qualificação do ensino de ciências na Educação Básica, proporcionando a seus alunos contato com o uso de novas tecnologias e novas práticas pedagógicas. Visando cumprir com os requisitos do programa, a professora precisa aplicar, em sala de aula, uma metodologia inovadora. Estas metodologias não irão, de forma alguma, expor os participantes a situações desconfortáveis ou inseguras, assim como eventuais filmagens e fotografias serão utilizadas exclusivamente para a análise, por parte do pesquisador, da eficácia de sua proposta didática inovadora.

Em casos de dúvidas, os voluntários poderão telefonar para o pesquisador responsável (55) 91597780 ou enviar mensagem eletrônica para o endereço marciomarques@unipampa.edu.br

A participação dos alunos é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem prejuízos a continuidade da pesquisa. As informações prestadas serão de caráter confidencial e a sua privacidade será garantida.

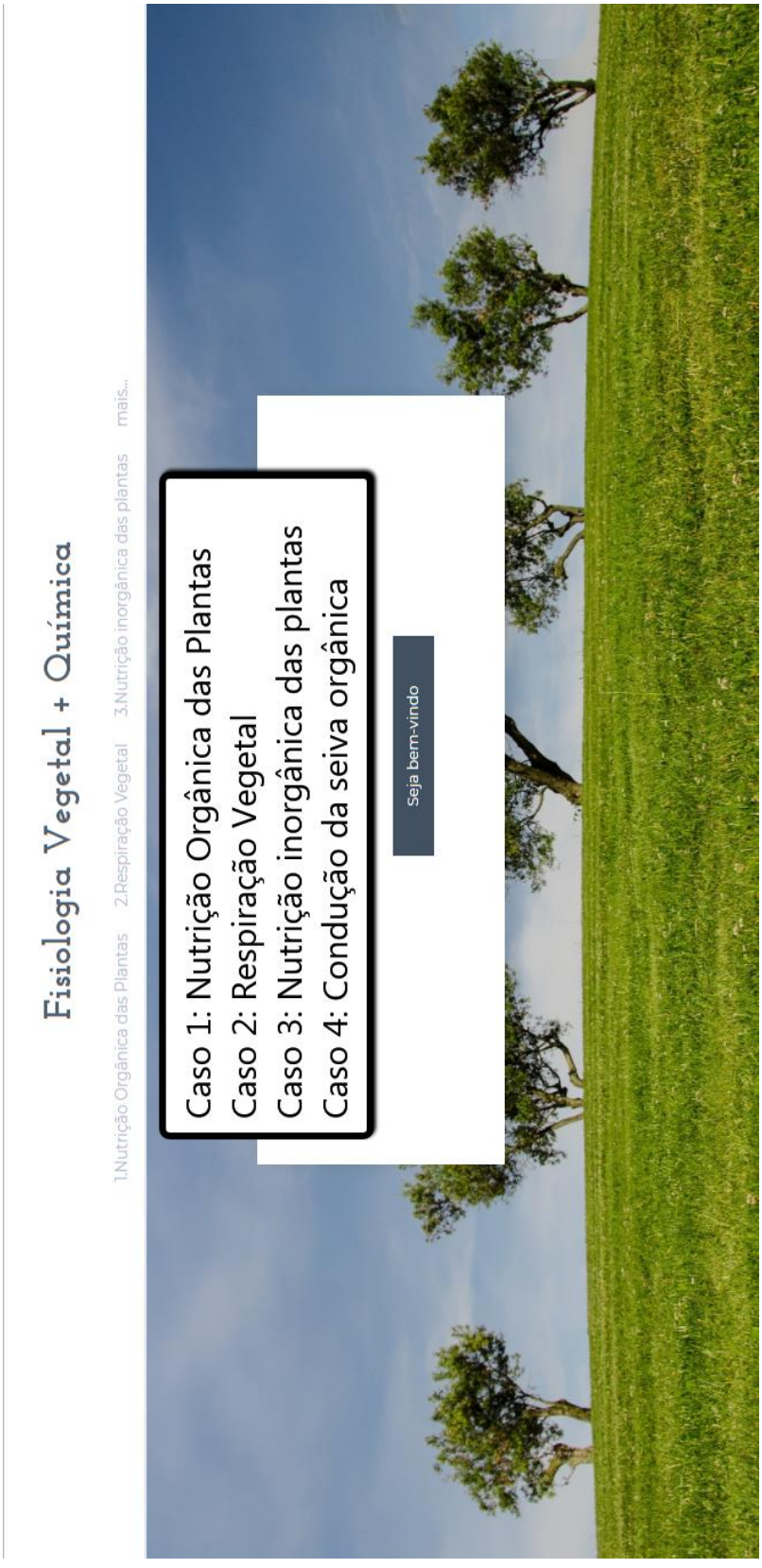
Eu,_____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Bagé, _____ de _____ de _____.

_____
Nome do aluno

_____
Nome e assinatura do responsável

APÊNDICE B SITE FISIOLOGIA VEGETAL



APÊNDICE C *PRÉ-TESTE CASO 1*

Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto Nutrição Orgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 1

1. Assinale a alternativa correta, em relação à forma de nutrição das plantas:
(a) são autotróficas
(b) são heterotróficas
(c) são procarióticas
(d) são eucarióticas
(e) são somáticas

2. O gás oxigênio e o gás carbônico estão envolvidos no metabolismo energético das plantas. Em relação a esses dois gases podemos afirmar que:
(a) O gás oxigênio é produzido apenas à noite
(b) O gás carbônico é produzido apenas à noite
(c) O gás oxigênio é produzido apenas durante o dia
(d) O gás carbônico é produzido apenas durante o dia
(e) O gás oxigênio e o gás carbônico são produzidos dia e noite

3. Um dos eventos importantes na fotossíntese é a quebra da molécula de água. Isto permite a liberação do gás oxigênio, mostrando, então, outro aspecto importante da molécula de água. Sobre o acontecimento acima, é correto afirmar que:
(a) sua finalidade principal é a produção do gás oxigênio.
(b) a finalidade, além da produção do gás oxigênio, é também a produção de íons H+ para a síntese de carboidrato.
(c) não é dependente de luz.
(d) acontece somente na presença de clorofila, no interior do cloroplasto.
(e) o gás oxigênio é liberado para o meio ambiente somente através dos estômatos.

4. As substâncias orgânicas necessárias à nutrição vegetal são produzidas por meio da fotossíntese em células dotadas de cloroplastos. Com relação a este processo podemos afirmar, corretamente, que:

(a) Os estômatos abrem-se quando a planta é submetida a altas concentrações de gás carbônico (CO2) e fecham-se à medida que a concentração deste gás diminui.
(b) Em condições ideais de temperatura e concentração de gás carbônico atmosférico, a taxa fotossintética aumenta proporcionalmente à luminosidade.
(c) No ambiente natural, em condições ideais de luminosidade e temperatura, as plantas realizam a taxa máxima de fotossíntese, pois existe quantidade suficiente de gás carbônico

na atmosfera.

(d) Durante o dia, as plantas realizam somente a fotossíntese, consumindo gás carbônico e produzindo gás oxigênio, enquanto a respiração acontece apenas à noite.

(e) Durante a noite, as plantas realizam a fotossíntese, consumindo gás carbônico e gás oxigênio, enquanto a respiração acontece dia e noite.

5. A fotossíntese é um processo bioquímico que ocorre:

(a) ocorre somente durante a noite
(b) ocorre somente durante o dia
(c) ocorre dia e noite
(d) ocorre somente à tarde

6. A fotossíntese libera para a atmosfera:

(a) o oxigênio oriundo da água
(b) o oxigênio proveniente do gás carbônico
(c) o gás carbônico proveniente da respiração
(d) o vapor d`´agua absorvido pela luz
(e) o oxigênio e o gás carbônico proveniente da respiração

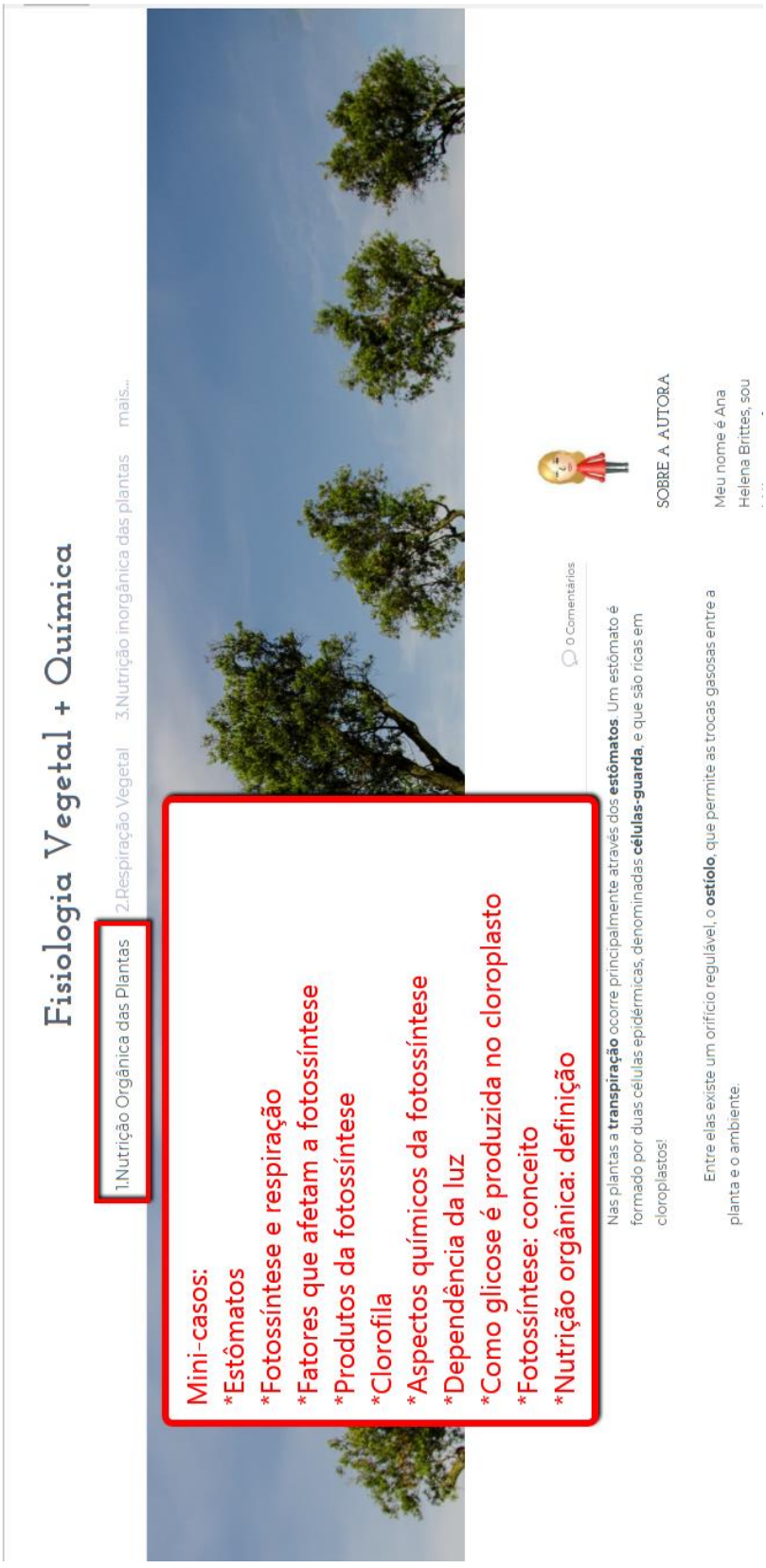
7. A absorção de água e sais minerais ocorre principalmente através dos:

(a) estômatos presentes na epiderme das folhas
(b) pelos absorventes na epiderme das folhas
(c) estômatos presentes na epiderme das raízes
(d) pelos absorventes na epiderme da raiz
(e) estômatos da periderme

8. Qual a função química que a clorofila desempenha na fotossíntese:

(a) promover a fotodecomposição da clorofila em gás carbônico e glicose
(b) promover a transformação fotoquímica do gás carbônico e da água em glicose
(c) promover a transformação do gás carbônico em água
(d) promover a conversão de glicose em água e gás carbônico na ausência da luz
(e) promover a formação de água e de gás carbônico a partir da seiva

APÊNDICE D CASO 1



APÊNDICE E SLIDES SOBRE NUTRIÇÃO ORGÂNICA

A importância da Fisiologia Vegetal

1. Autotróficas (estratégia adaptativa)

2. Evolução das técnicas de adubação e cultivo

3. Melhoramento Genético

A importância da Fisiologia Vegetal

4. Nutrição orgânica (que envolve a produção de substâncias pela fotossíntese)

5. Nutrição mineral (hidroponia)

6. Transporte de substâncias

Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese

Todos os seres vivos necessitam de energia para manter o metabolismo, crescer e reproduzir.

As plantas utilizam como fonte de energia moléculas orgânicas que elas mesmas sintetizam por meio da FOTOSSÍNTESE!

Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese

Fotossíntese: processo bioquímico em que plantas, algas e bactérias fotossintetizantes convertem CO_2 e H_2O em moléculas orgânicas liberando O_2 como subproduto.

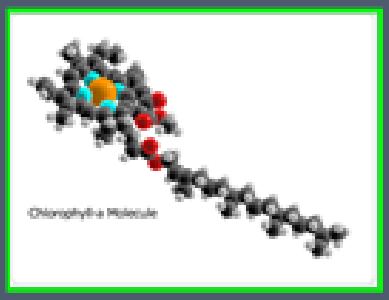
A ENERGIA PARA ESSA CONVERSÃO

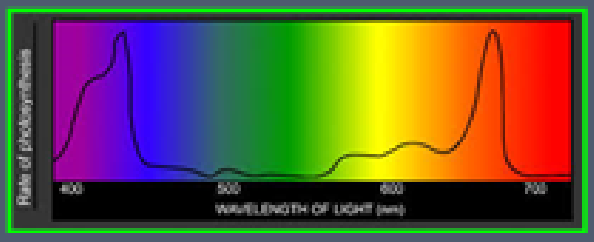
LUZ

Clorofila

A CLOROFILA é uma molécula essencial para a fotossíntese.

A clorofila absorve energia luminosa, principalmente aquela presente na luz correspondente às cores azul e vermelha do espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol





Fatores que afetam a fotossíntese:

A fotossíntese é afetada por diversos fatores:

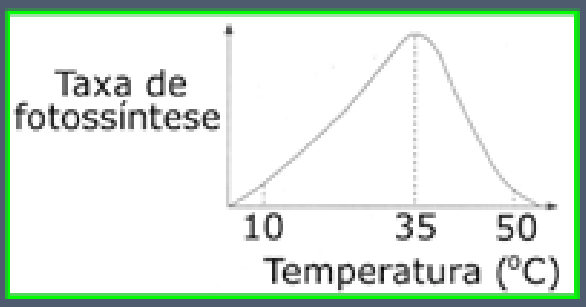
- Concentração de gás carbônico
- Temperatura
- Intensidade de luz

Concentração de Gás Carbônico

- A [CO2] na atmosfera = 0,03% a 0,04%
- A planta consegue realizar fotossíntese de forma eficiente com [CO2] = 0,40%
- Essa [CO2] máxima dificilmente é encontrada no ar atmosférico
- Portanto, a planta não realiza fotossíntese com eficiência máxima.

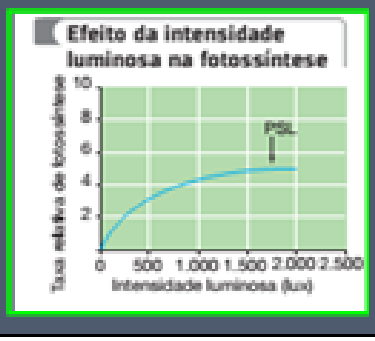
Temperatura

- O aumento da temperatura estimula a realização da fotossíntese até a temperatura limite de 35°C
- Acima desta temperatura as enzimas se desnaturam



Intensidade da luz

- Na temperatura e [CO2] ideais a taxa de fotossíntese aumenta com o aumento da luminosidade.
- Ponto de saturação luminosa = 2000 lux.
- A planta absorve mais luz nas cores, azul, violeta e vermelho



Relação entre fotossíntese e respiração

A planta utiliza parte dos produtos da fotossíntese como fonte de energia metabólica, o que ocorre por meio da respiração aeróbica, nas mitocôndrias.

Nesse processo, moléculas orgânicas e de oxigênio interagem, em uma complexa série de reações, originando gás carbônico e água e liberando energia na forma de ATP.

Relação entre fotossíntese e respiração

Fotossíntese:

Reagentes → Produtos

$6\,CO_2$ (Gás carbônico) + $6\,H_2O$ (Água) $\xrightarrow[\text{PLANTAS}]{\text{LUZ}}$ $C_6H_{12}O_6$ (Glicose) + $6\,O_2$ (Gás oxigênio)

Respiração:

$C_6H_{12}O_6$ (Glicose) + $6\,O_2$ (Gás oxigênio) $\longrightarrow$

$\longrightarrow$ $6\,CO_2$ (Gás carbônico) + $6\,H_2O$ (Água) + Energia no ATP

Relação entre fotossíntese e respiração

Durante o dia, a planta faz fotossíntese, consumindo gás carbônico e produzindo oxigênio.

A maior parte do oxigênio é eliminada para a atmosfera através dos estômatos.

Relação entre fotossíntese e respiração

Ao mesmo tempo em que a planta faz fotossíntese também respira, utilizando para isso parte do oxigênio produzido na fotossíntese.

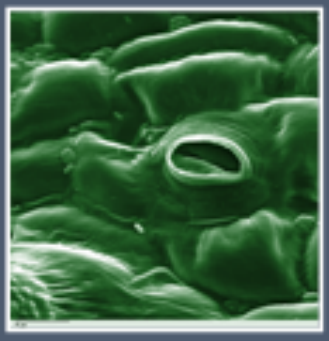
E ao respirar a planta libera gás carbônico, que também será utilizado na fotossíntese.

Relação entre fotossíntese e respiração

Durante a noite, deixa de fazer fotossíntese, mas não de respirar.

Dia= estômatos abertos

Noite= estômatos fechados



Relação entre fotossíntese e respiração

Como os estômatos estão fechados, a planta utiliza o gás oxigênio acumulado no mesófilo na respiração celular.

O gás carbônico acumulado nesse processo é rapidamente consumido na fotossíntese assim que amanhece.

Relação entre fotossíntese e respiração

Sob determinada intensidade luminosa a taxa de fotossíntese e respiração se equivalem e a planta não faz trocas gasosas com o ambiente!

Relação entre fotossíntese e respiração

Todo o oxigênio liberado na fotossíntese é utilizado na respiração e todo gás carbônico produzido na respiração é utilizado na fotossíntese.

PONTO DE COMPENSAÇÃO LUMINOSA

Relação entre fotossíntese e respiração

Para crescer, as plantas precisam receber, durante algumas horas do dia, intensidade luminosa superior ao seu ponto de compensação luminosa.

Assim haverá maior taxa de produção de substâncias orgânicas na fotossíntese do que na respiração.

ISSO PERMITE A SOBRA DE MATÉRIA ORGÂNICA, NECESSÁRIA PARA O CRESCIMENTO DO VEGETAL.

APÊNDICE F AULA PRÁTICA “FOTOSSÍNTESE E LIBERAÇÃO DE OXIGÊNIO”

ROTEIRO AULA PRÁTICA :

Aula prática: Fotossíntese e liberação de oxigênio

Material Necessário:

- 1 aquário pequeno
- 1 vela
- Fósforo
- Um vaso com feijoeiro, com o solo bem úmido, mas não encharcado
- Um cronômetro

Montagem do experimento:

Com os materiais separados e em ambiente bem iluminado, acender a vela e fixar em uma bancada ou pires. Acender a vela e colocar o aquário invertido e anotar o tempo que leva para ela apagar. Retirar o aquário e deixar arejar a fim de renovar o ar que está em seu interior. Agora colocar a planta próxima da vela, tomando cuidado para que não fique próximo demais do calor da vela. Acender a vela novamente e o aquário sobre ela e a planta. Verificar o tempo que leva para a vela apagar e compare com o tempo anterior.

Resultado esperado:

a) Tempo 1: _____

b) Tempo 2: _____

c) Em que tempo a vela demorou mais para apagar?_____

d) Por quê?

_____

_____

e) Que fatores podem afetar e/ou afetaram os resultados?

_____

_____

APÊNDICE G PÓS-TESTE DO CASO 1

Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Nutrição Orgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 1

1. Assinale a alternativa correta, em relação à forma de nutrição das plantas:
(a) são autotróficas
(b) são heterotróficas
(c) são procarióticas
(d) são eucarióticas
(e) são somáticas

2. O gás oxigênio e o gás carbônico estão envolvidos no metabolismo energético das plantas. Em relação a esses dois gases podemos afirmar que:
(a) O gás oxigênio é produzido apenas à noite
(b) O gás carbônico é produzido apenas à noite
(c) O gás oxigênio é produzido apenas durante o dia
(d) O gás carbônico é produzido apenas durante o dia
(e) O gás oxigênio e o gás carbônico são produzidos dia e noite

3. Um dos eventos importantes na fotossíntese é a quebra da molécula de água. Isto permite a liberação do gás oxigênio, mostrando, então, outro aspecto importante da molécula de água. Sobre o acontecimento acima, é correto afirmar que:
(a) sua finalidade principal é a produção do gás oxigênio.
(b) a finalidade, além da produção do gás oxigênio, é também a produção de íons H+ para a síntese de carboidrato.
(c) não é dependente de luz.
(d) acontece somente na presença de clorofila, no interior do cloroplasto.
(e) o gás oxigênio é liberado para o meio ambiente somente através dos estômatos.

4. As substâncias orgânicas necessárias à nutrição vegetal são produzidas por meio da fotossíntese em células dotadas de cloroplastos. Com relação a este processo podemos afirmar, corretamente, que:
(a) Os estômatos abrem-se quando a planta é submetida a altas concentrações de gás carbônico (CO_2) e fecham-se à medida que a concentração deste gás diminui.
(b) Em condições ideais de temperatura e concentração de gás carbônico atmosférico, a taxa fotossintética aumenta proporcionalmente à luminosidade.

(c) No ambiente natural, em condições ideais de luminosidade e temperatura, as plantas realizam a taxa máxima de fotossíntese, pois existe quantidade suficiente de gás carbônico na atmosfera.

(d) Durante o dia, as plantas realizam somente a fotossíntese, consumindo gás carbônico e produzindo gás oxigênio, enquanto a respiração acontece apenas à noite.

(e) Durante a noite, as plantas realizam a fotossíntese, consumindo gás carbônico e gás oxigênio, enquanto a respiração acontece dia e noite.

5. A fotossíntese é um processo bioquímico que ocorre:

(a) ocorre somente durante a noite
(b) ocorre somente durante o dia
(c) ocorre dia e noite
(d) ocorre somente à tarde

6. A fotossíntese libera para a atmosfera:

(a) o oxigênio oriundo da água
(b) o oxigênio proveniente do gás carbônico
(c) o gás carbônico proveniente da respiração
(d) o vapor d`´agua absorvido pela luz
(e) o oxigênio e o gás carbônico proveniente da respiração

7. A absorção de água e sais minerais ocorre principalmente através dos:

(a) estômatos presentes na epiderme das folhas
(b) pelos absorventes na epiderme das folhas
(c) estômatos presentes na epiderme das raízes
(d) pelos absorventes na epiderme da raiz
(e) estômatos da periderme

8. Qual a função química que a clorofila desempenha na fotossíntese:

(a) promover a fotodecomposição da clorofila em gás carbônico e glicose
(b) promover a transformação fotoquímica do gás carbônico e da água em glicose
(c) promover a transformação do gás carbônico em água
(d) promover a conversão de glicose em água e gás carbônico na ausência da luz
(e) promover a formação de água e de gás carbônico a partir da seiva

APÊNDICE H PRÉ-TESTE DO CASO 2

Questões avaliativas dos conhecimentos

prévios dos alunos sobre o assunto Respiração Vegetal referentes à aplicação da

Sequência Didática:

Caso 2

1. **As mitocôndrias são corpúsculos citoplasmáticos, em geral com forma de bastonetes, extremamente importantes para o funcionamento celular, pois são responsáveis**
   (a) fotossíntese, nas plantas
   (b) fermentação, nos animais
   (c) síntese proteica
   (d) síntese de açúcar

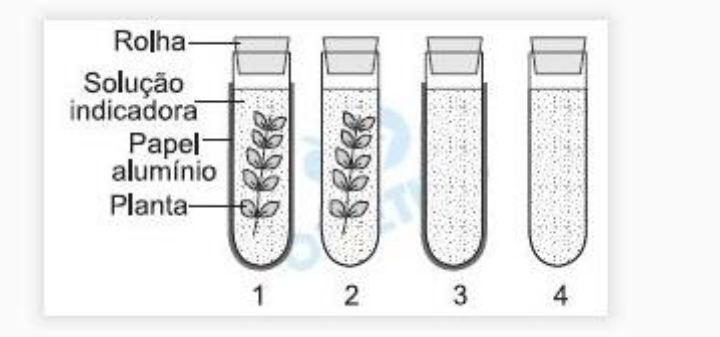
2. **As trocas gasosas, ao nível das folhas, ocorrem através de numerosas aberturas epidérmicas denominadas:**
   (a) parênquimas
   (b) ostíolos
   (c) estômatos
   (d) células-guarda
   (e) acúleos

3. **O estômato é uma estrutura formada por células e uma pequena abertura, denominada de ostíolo, por onde entram gases importantes para a planta. A abertura do ostíolo é determinada por mudanças que ocorrem:**
   (a) nas células-guarda
   (b) nas células subsidiárias
   (c) nas células epidérmicas típicas
   (d) nas células parenquimáticas
   (e) nas células do xilema

4. **Sabemos que a abertura e o fechamento estomático ocorrem por meio de mudanças nas células guarda. Essas mudanças ocorrem, principalmente, em virtude do mecanismo de entrada e saída dos íons:**
   (a) cálcio
   (b) malato
   (c) cloro
   (d) boro
   (e) potássio

5. **Um professor deseja fazer a demonstração da abertura dos estômatos de uma planta mantida em condições controladas de luz, concentração de gás carbônico e suprimento hídrico. Para que os estômatos se abram, o professor deve:**
   (a) fornecer luz, aumentar a concentração deCO_2 circundante e manter o solo ligeiramente seco.
   (b) fornecer luz, aumentar a concentração de CO_2 circundante e baixar a umidade do ar ao redor.
   (c) fornecer luz, diminuir a concentração de CO_2 circundante e adicionar água ao solo.
   (d) apagar a luz, diminuir a concentração de CO_2 circundante e adicionar água ao solo.
   (e) apagar a luz, certificar-se que a concentração de CO_2 circundante esteja normal e aumentar a umidade do ar ao redor.

6. **Um grupo de estudantes montou o seguinte experimento: quatro tubos de ensaio foram etiquetados, cada um com um número, 1, 2, 3 e 4. Uma planta de egéria (planta aquática) foi colocada nos tubos 1 e 2. Os tubos 2 e 3 foram cobertos com papel alumínio, de modo a criar um ambiente escuro, e os outros dois foram deixados descobertos. Dentro de cada tubo foi colocada uma substância indicadora da presença de gás carbônico, que não altera o metabolismo da planta. Todos os tubos foram fechados com rolha e mantidos por 24 horas em ambiente iluminado e com temperatura constante. A figura representa a montagem do experimento.**



7. **Sabendo-se que a solução indicadora tem originalmente cor vermelho-clara, a qual muda para amarela quando aumenta a concentração de gás carbônico dissolvido, e para vermelho-escura quando a concentração desse gás diminui, pode-se afirmar que as cores esperadas ao final do experimento para as soluções dos tubos 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente:**
   (a) amarela, vermelho-clara, , vermelho-clara e vermelho escura
   (b) amarela, vermelho-escura, vermelho clara e vermelho-clara
   (c) vermelho-escura, vermelho-escura, amarela e amarela
   (d) amarela, amarela, amarela e amarela
   (e) vermelho-escura, vermelho-clara, vermelho-escura e amarela

APÊNDICE I AULA PRÁTICA DE ESTÔMATOS

AULA PRÁTICA: OBSERVAÇÃO DE ESTÔMATOS

1) Estômatos **(Escrever conceito e função)**	
2) Histologia **(Escrever como estão formados os estômatos)**	
3) Desenho	

APÊNDICE J AULA PRÁTICA “TIRANDO O AR DA FOLHA”

Experiência: Tirando ar da folha

Disciplina: Biologia **Série:** Ensino Médio

Introdução:

Esta experiência permite a observação da saída de ar das folhas pela superfície inferior da mesma.

Materiais:

- Folhas de uma mesma planta
- Água
- 2 pratos fundos

Procedimento experimental:

1) Coloque água fria em um prato fundo e água quente em outro
2) Colocar as folhas submersas em cada um dos pratos.

   OBS.: Fazer isso uma vez com a superfície inferior das folhas voltadas para cima e uma segunda vez (com outras folhas) com a superfície voltada para baixo.
3) Anotar o que foi observado.

Atividades:

1) Em qual dos pratos (água quente ou fria) formaram-se bolhas?

   _____
2) Em qual das superfícies das folhas formaram-se bolhas?

   _____
3) Onde estava esse ar?

   _____
4) O que fez com que esse ar saísse da folha?

   _____

APÊNDICE K AULA PRÁTICA “PRODUÇÃO DE OXIGÊNIO NA FOTOSSÍNTESE”

ROTEIRO AULA PRÁTICA :

Aula prática: Produção de oxigênio na fotossíntese

Introdução:

A **fotossíntese**, termo que significa “síntese utilizando a luz”, é geralmente definida como o processo em que a energia solar é capturada e transformada em energia química. Por meio dela, muitos organismos autotróficos conseguem sintetizar material orgânico, ou seja, produzir seu próprio alimento.

Materiais:

Procedimento experimental:

Atividades:

1) De que maneira observamos que ocorre a fotossíntese?

2) Por onde a folha absorve o gás carbônico?

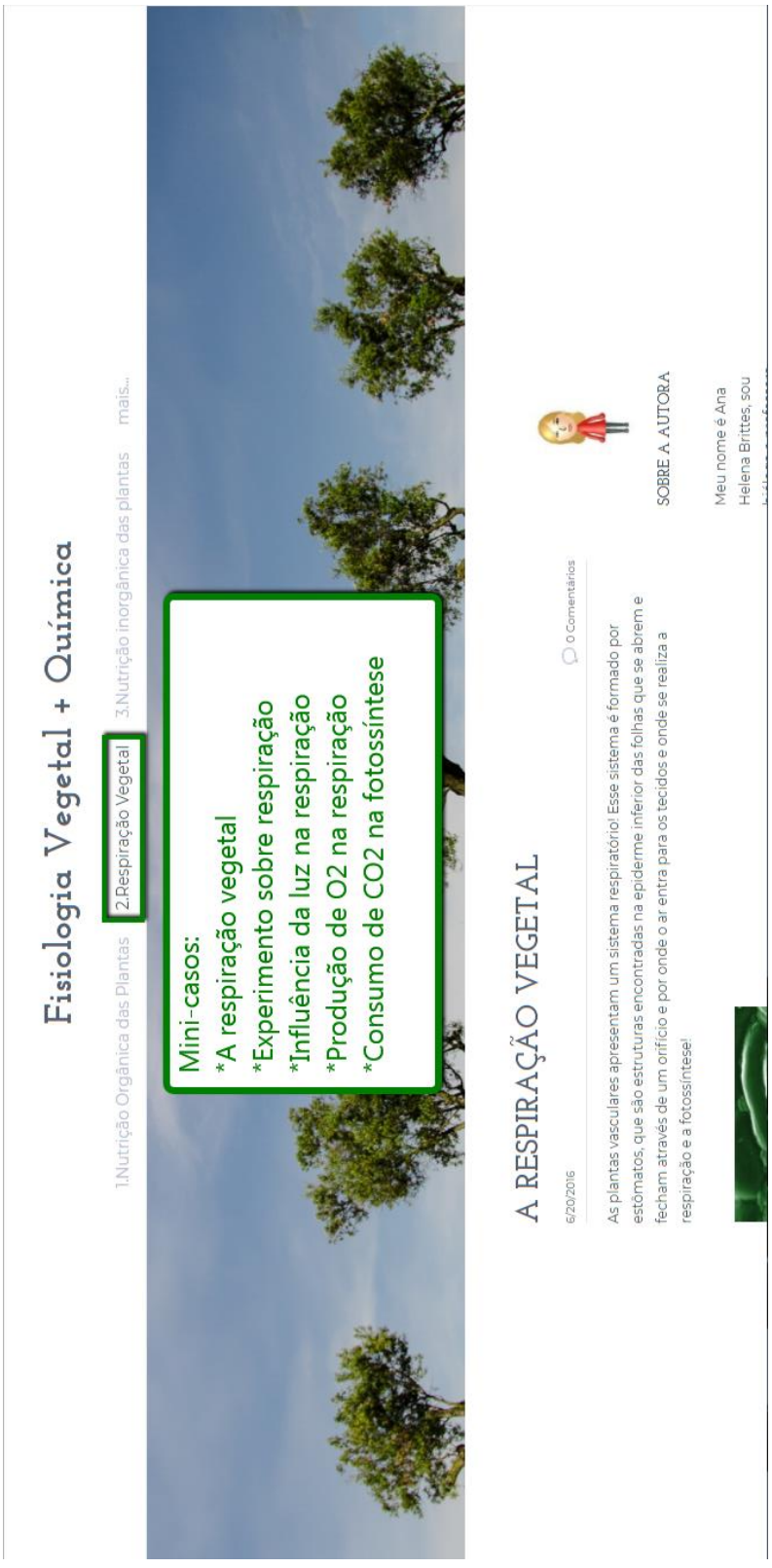
3) E por onde a planta libera o oxigênio?

4) Para realizar fotossíntese, que molécula deve estar presente na célula?

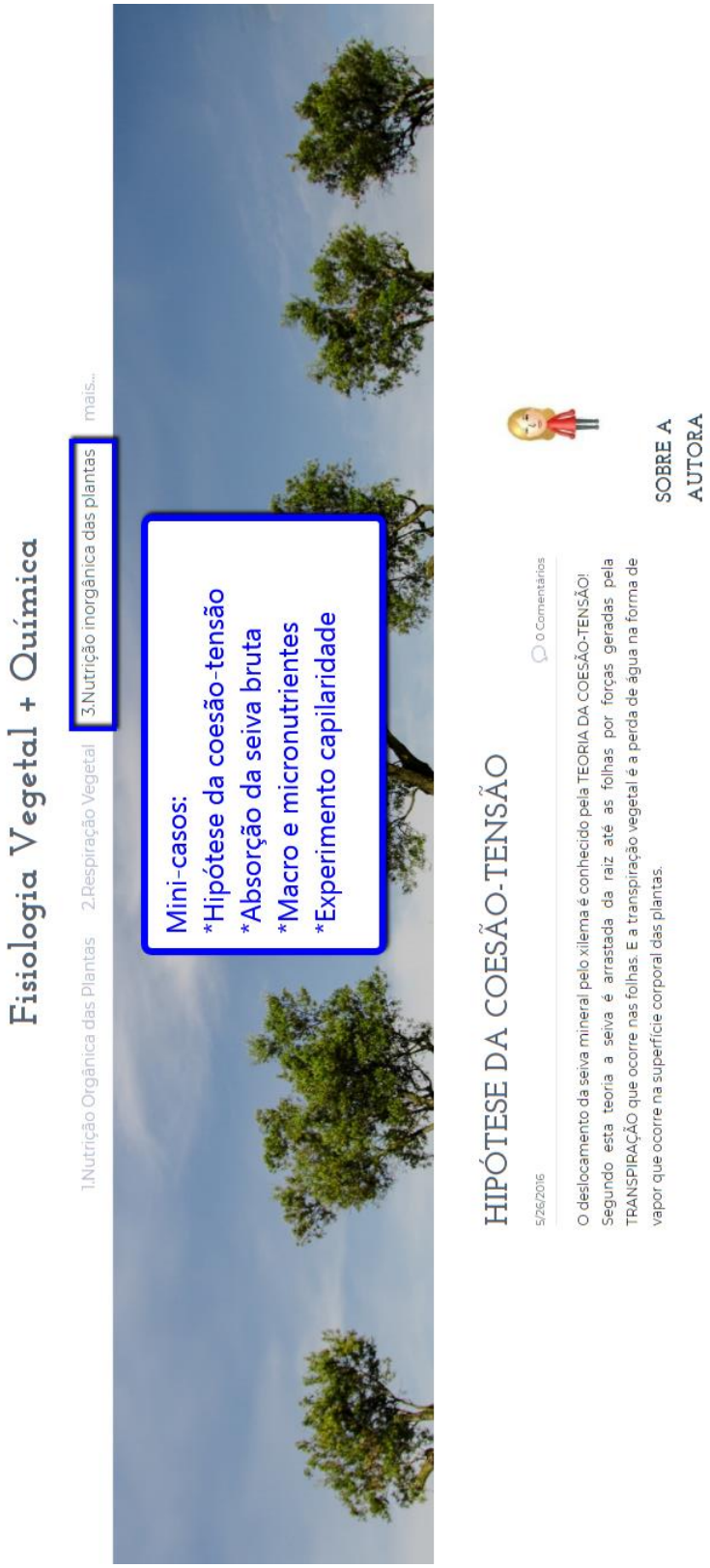
5) Todas as partes da planta fazem fotossíntese? Quais?

6) Todas as partes das plantas respiram? Quais?

APÊNDICE L CASO 2



APÊNDICE M CASO 3



APÊNDICE N PÓS-TESTE DO CASO 2

Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Respiração Vegetal referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 2

1. **As mitocôndrias são corpúsculos citoplasmáticos, em geral com forma de bastonetes, extremamente importantes para o funcionamento celular, pois são responsáveis**
   (e) fotossíntese, nas plantas
   (f) fermentação, nos animais
   (g) síntese proteica
   (h) síntese de açúcar

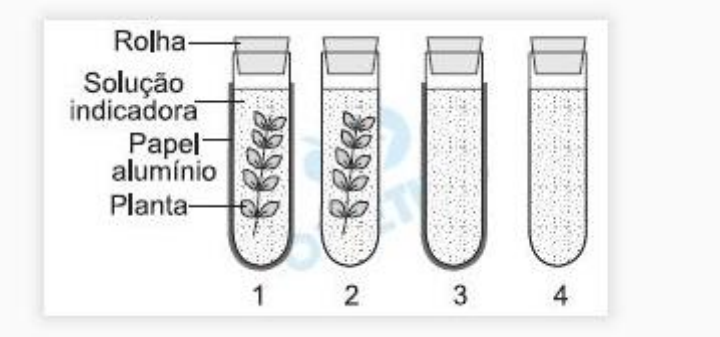
2. **As trocas gasosas, ao nível das folhas, ocorrem através de numerosas aberturas epidérmicas denominadas:**
   (f) parênquimas
   (g) ostíolos
   (h) estômatos
   (i) células-guarda
   (j) acúleos

3. **O estômato é uma estrutura formada por células e uma pequena abertura, denominada de ostíolo, por onde entram gases importantes para a planta. A abertura do ostíolo é determinada por mudanças que ocorrem:**
   (f) nas células-guarda
   (g) nas células subsidiárias
   (h) nas células epidérmicas típicas
   (i) nas células parenquimáticas
   (j) nas células do xilema

4. **Sabemos que a abertura e o fechamento estomático ocorrem por meio de mudanças nas células guarda. Essas mudanças ocorrem, principalmente, em virtude do mecanismo de entrada e saída dos íons:**
   (f) cálcio
   (g) malato
   (h) cloro
   (i) boro
   (j) potássio

5. **Um professor deseja fazer a demonstração da abertura dos estômatos de uma planta mantida em condições controladas de luz, concentração de gás carbônico e suprimento hídrico. Para que os estômatos se abram, o professor deve:**
   (f) fornecer luz, aumentar a concentração deCO_2 circundante e manter o solo ligeiramente seco.
   (g) fornecer luz, aumentar a concentração de CO_2 circundante e baixar a umidade do ar ao redor.
   (h) fornecer luz, diminuir a concentração de CO_2 circundante e adicionar água ao solo.
   (i) apagar a luz, diminuir a concentração de CO_2 circundante e adicionar água ao solo.
   (j) apagar a luz, certificar-se que a concentração de CO_2 circundante esteja normal e aumentar a umidade do ar ao redor.

6. **Um grupo de estudantes montou o seguinte experimento: quatro tubos de ensaio foram etiquetados, cada um com um número, 1, 2, 3 e 4. Uma planta de egéria (planta aquática) foi colocada nos tubos 1 e 2. Os tubos 2 e 3 foram cobertos com papel alumínio, de modo a criar um ambiente escuro, e os outros dois foram deixados descobertos. Dentro de cada tubo foi colocada uma substância indicadora da presença de gás carbônico, que não altera o metabolismo da planta. Todos os tubos foram fechados com rolha e mantidos por 24 horas em ambiente iluminado e com temperatura constante. A figura representa a montagem do experimento.**



7. **Sabendo-se que a solução indicadora tem originalmente cor vermelho-clara, a qual muda para amarela quando aumenta a concentração de gás carbônico dissolvido, e para vermelho-escura quando a concentração desse gás diminui, pode-se afirmar que as cores esperadas ao final do experimento para as soluções dos tubos 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente:**
   (f) amarela, vermelho-clara, , vermelho-clara e vermelho escura
   (g) amarela, vermelho-escura, vermelho clara e vermelho-clara
   (h) vermelho-escura, vermelho-escura, amarela e amarela
   (i) amarela, amarela, amarela e amarela
   (j) vermelho-escura, vermelho-clara, vermelho-escura e amarela

APÊNDICE O PRÉ-TESTE DO CASO 3

Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto Nutrição Inorgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 3

1) A explicação mais aceita para a movimentação da seiva bruta até as folhas é que as moléculas de água formam colunas contínuas, que são puxadas em razão da evaporação nas porções mais altas do vegetal. Analise as alternativas a seguir e marque aquela que indica o nome correto dessa teoria.
(a) Teoria da pressão negativa da raiz.
(b) Teoria de Munch.
(c) Teoria da coesão e tensão.
(d) Teoria do fluxo de massa.

2) **A água é transportada por vasos lenhosos até a folha e, nas células desse órgão, fornece hidrogênio para a realização de um processo bioquímico, por meio do qual é produzido um gás que poderá ser eliminado para o ambiente e também participar de um outro processo bioquímico naquelas mesmas células.**
A estrutura que NÃO tem associação com a descrição é:
(a) cloroplasto
(b) floema
(c) mitocôndria
(d) xilema.
(e) estômato

3) **A capilaridade e a transpiração, segundo a teoria da coesão-tensão, são dois fenômenos responsáveis pelo (a):**
(a) transporte de seiva elaborada apenas
(b) entrada de água nas raízes
(c) processo de gutação
(d) transporte de seiva bruta apenas
(e) transporte de seiva bruta e elaborada

4) **Os adubos inorgânicos industrializados, conhecidos pela sigla NPK, contêm sais de três elementos químicos: nitrogênio, fósforo e potássio. Qual das alternativas indica as principais razões pelas quais esses elementos são indispensáveis à vida de uma planta?**

(a) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Potássio - É constituinte de ácidos nucléicos, glicídios e proteínas.

(b) Nitrogênio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

(c) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

(d) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos, glicídios e proteínas;
Fósforo - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular;
Potássio - É constituinte de proteínas.

(e) Nitrogênio - É constituinte de glicídios;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

5) **A teoria de Dixon é uma das hipóteses que tenta explicar o transporte de água da raiz até as folhas de árvores com mais de 30 metros de altura, como a castanheira-do-pará. Assinale a alternativa que contém aspectos nos quais se baseia essa teoria.**

(a) Coesão entre as moléculas de água, adesão entre essas moléculas e as paredes do xilema, tensão gerada no interior dos vasos pela transpiração foliar.

(b) Aumento da concentração osmótica no interior dos vasos xilemáticos da raiz, entrada de água por osmose, impulsão da seiva para cima.

(c) Semelhança dos vasos do xilema a tubos de diâmetro microscópico, propriedades de adesão e coesão das moléculas de água, ocorrência do fenômeno da capilaridade.

(d) Permeabilidade seletiva das células do córtex da raiz, presença da endoderme com as estrias de Caspary, transporte ascendente da seiva bruta.

(e) Produção de carboidratos nas folhas, aumento da concentração osmótica nesses órgãos, ascensão da seiva bruta, por osmose e capilaridade, nos vasos do xilema.

6) **A contribuição da seiva bruta para a realização da fotossíntese nas plantas vasculares é a de fornecer:**

(a) glicídios como fonte de carbono.

(b) água como fonte de hidrogênio.

(c) ATP como fonte de energia.

(d) vitaminas como coenzimas.

(e) sais minerais para captação de oxigênio.

7) O estado físico dos compostos químicos pode ser reconhecido e justificado por meio das ligações interatômicas e intermoleculares que ocorrem, respectivamente, entre os átomos que formam as moléculas e entre as próprias moléculas. A água, por exemplo, em condições ambientais, é um solvente líquido, e as suas moléculas possuem um tipo especial de atração entre si, como decorrência da presença de polos opostos em sua estrutura molecular. Trata-se da ligação hidrogênio ou ponte de hidrogênio. Constata-se, ainda, que fenômenos fisiológicos como o transporte de algumas substâncias no corpo de uma árvore resultam de tais interações. Nas árvores, as interações que ocorrem entre as moléculas de água representam uma base teórica para explicar a:

(a) condução da seiva bruta ao longo dos vasos do xilema.
(b) condução da seiva bruta ao longo dos vasos do floema.
(c) condução da seiva elaborada ao longo dos vasos do xilema.
(d) condução da seiva elaborada ao longo dos vasos do floema.
(e) impulsão da seiva bruta pela pressão positiva gerada na raiz pela absorção dessa substância.

APÊNDICE P PROTOCOLO PARA AULA PRÁTICA "CONDUÇÃO DE ÁGUA PELO XILEMA"

Aula Prática: "Condução de água pelo xilema"

OBJETIVO:

- **Observar o transporte da seiva através da ascensão de corante em flores.**

INTRODUÇÃO:

A seiva é um líquido complexo que circula no organismo vegetal. A seiva ascendente ou mineral corre pelos vasos lenhosos e é formada da solução extraída do solo pelas raízes. Com a simples utilização de corantes e flores brancas, visualizaremos como se dá a condução da seiva bruta.

MATERIAL:

- **Becker, tubo de ensaio, proveta ou copo de vidro.**
- **Corante orgânico**
- **Flores frescas de pétalas brancas**
- **Água**
- **Estilete**
- **Tesoura**

PROCEDIMENTO:

- **Aplique o corante na água até que fique na cor desejada.**
- **Retire as folhas da flor.**
- **Corte o caule da flor no tamanho máximo de 15 cm. Após o corte mais 2 cm com o caule imerso dentro da solução com corante.**
- **Observe os resultados. Esta é apenas a atuação de uma das áreas da Biologia conhecida como Fisiologia Vegetal!**

RESULTADOS:

(Descrever o que aconteceu com a flor após 40 minutos)

_____

_____

_____

_____

EXERCÍCIOS:

1) **O que ocorre com o transporte da seiva mineral nos vegetais, segundo a Teoria de Dixon, quando as folhas das árvores caem no inverno?**

   _____

   _____

   _____

2) **Quais são os tipos celulares que constituem o xilema?**

   _____

   _____

3) **Qual a função dos reforços de lignina, observados ao longo dos elementos dos vasos e das traqueídes?**

   _____

   _____

   _____

4) **Um ramo vegetal seccionado foi mergulhado em uma solução de corante. Após algum tempo as nervuras foliares ficaram coloridas. Qual o nome do tecido que transportou o corante até as folhas?**

   _____

5) **Quando uma planta transpira intensamente, a seiva bruta circula _____ e o colapso dos vasos é evitado devido à presença de _____ .**
   - **(a) Em estado de tensão – válvulas dispostas ao longo dos vasos**
   - **(b) Com pressão positiva – depósitos de calose nos vasos lenhosos**
   - **(c) Com pressão negativa – depósitos de suberina nas placas crivadas**
   - **(d) Em estado de tensão – reforços de lignina**
   - **(e) Com pressão positiva – absorção de íons minerais**

APÊNDICE Q PÓS-TESTE DO CASO 3

Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Nutrição Inorgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 3

1) A explicação mais aceita para a movimentação da seiva bruta até as folhas é que as moléculas de água formam colunas contínuas, que são puxadas em razão da evaporação nas porções mais altas do vegetal. Analise as alternativas a seguir e marque aquela que indica o nome correto dessa teoria.
(a) Teoria da pressão negativa da raiz.
(b) Teoria de Munch.
(c) Teoria da coesão e tensão.
(d) Teoria do fluxo de massa.

2) **A água é transportada por vasos lenhosos até a folha e, nas células desse órgão, fornece hidrogênio para a realização de um processo bioquímico, por meio do qual é produzido um gás que poderá ser eliminado para o ambiente e também participar de um outro processo bioquímico naquelas mesmas células.**
A estrutura que NÃO tem associação com a descrição é:
(a) cloroplasto
(b) floema
(c) mitocôndria
(d) xilema.
(e) estômato

3) **A capilaridade e a transpiração, segundo a teoria da coesão-tensão, são dois fenômenos responsáveis pelo (a):**
(a) transporte de seiva elaborada apenas
(b) entrada de água nas raízes
(c) processo de gutação
(d) transporte de seiva bruta apenas
(e) transporte de seiva bruta e elaborada

4) **Os adubos inorgânicos industrializados, conhecidos pela sigla NPK, contêm sais de três elementos químicos: nitrogênio, fósforo e potássio. Qual das alternativas indica as principais razões pelas quais esses elementos são indispensáveis à vida de uma planta?**
(a) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Potássio - É constituinte de ácidos nucléicos, glicídios e proteínas.

(b) Nitrogênio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

(c) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

(d) Nitrogênio - É constituinte de ácidos nucléicos, glicídios e proteínas;
Fósforo - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular;
Potássio - É constituinte de proteínas.

(e) Nitrogênio - É constituinte de glicídios;
Fósforo - É constituinte de ácidos nucléicos e proteínas;
Potássio - Atua no equilíbrio osmótico e na permeabilidade celular.

5) **A teoria de Dixon é uma das hipóteses que tenta explicar o transporte de água da raiz até as folhas de árvores com mais de 30 metros de altura, como a castanheira-do-pará. Assinale a alternativa que contém aspectos nos quais se baseia essa teoria.**

(a) Coesão entre as moléculas de água, adesão entre essas moléculas e as paredes do xilema, tensão gerada no interior dos vasos pela transpiração foliar.

(b) Aumento da concentração osmótica no interior dos vasos xilemáticos da raiz, entrada de água por osmose, impulsão da seiva para cima.

(c) Semelhança dos vasos do xilema a tubos de diâmetro microscópico, propriedades de adesão e coesão das moléculas de água, ocorrência do fenômeno da capilaridade.

(d) Permeabilidade seletiva das células do córtex da raiz, presença da endoderme com as estrias de Caspary, transporte ascendente da seiva bruta.

(e) Produção de carboidratos nas folhas, aumento da concentração osmótica nesses órgãos, ascensão da seiva bruta, por osmose e capilaridade, nos vasos do xilema.

6) **A contribuição da seiva bruta para a realização da fotossíntese nas plantas vasculares é a de fornecer:**

(a) glicídios como fonte de carbono.

(b) água como fonte de hidrogênio.

(c) ATP como fonte de energia.

(d) vitaminas como coenzimas.

(e) sais minerais para captação de oxigênio.

7) O estado físico dos compostos químicos pode ser reconhecido e justificado por meio das ligações interatômicas e intermoleculares que ocorrem, respectivamente, entre os átomos que formam as moléculas e entre as próprias moléculas. A água, por exemplo, em condições ambientais, é um solvente líquido, e as suas moléculas possuem um tipo especial de atração entre si, como decorrência da presença de polos opostos em sua estrutura molecular. Trata-se da ligação hidrogênio ou ponte de hidrogênio. Constata-se, ainda, que fenômenos fisiológicos como o transporte de algumas substâncias no corpo de uma árvore resultam de tais interações. Nas árvores, as interações que ocorrem entre as moléculas de água representam uma base teórica para explicar a:

(a) condução da seiva bruta ao longo dos vasos do xilema.
(b) condução da seiva bruta ao longo dos vasos do floema.
(c) condução da seiva elaborada ao longo dos vasos do xilema.
(d) condução da seiva elaborada ao longo dos vasos do floema.
(e) impulsão da seiva bruta pela pressão positiva gerada na raiz pela absorção dessa substância.

APÊNDICE R PRÉ-TESTE DO CASO 4

Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto

Condução de Seiva Orgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 4

1) Das frases abaixo, assinale a que está correta:
(a) a fotossíntese é o processo de conversão da energia química em energia luminosa feita pelas plantas.
(b) os heterótrofos são à base das cadeias alimentares.
(c) uma planta que tem uma taxa fotossintética maior que sua taxa de respiração consegue acumular matéria orgânica.
(d) a glicose produzida no processo de respiração é a fonte energética dos organismos clorofilados.
(e) a fermentação é o principal meio dos organismos obterem energia.

2) As substâncias orgânicas de que uma planta necessita para formar os componentes de suas células são:
(a) sintetizadas a partir de substâncias orgânicas retiradas do solo.
(b) sintetizadas a partir de substâncias orgânicas retiradas do solo e de substâncias inorgânicasretiradas do ar
(c) sintetizadas a partir de substâncias inorgânicas retiradas do solo e do ar.
(d) extraídas de bactérias e de fungos que vivem em associação com suas raízes.
(e) extraídas do solo juntamente com a água e os sais minerais.

3) Considere as duas afirmações que seguem.
I. A energia luminosa é transformada em energia química.
II. A energia química acumulada é transformada em outra forma de energia química, que permite sua utilização imediata.
É correto afirmar que:
(a) I corresponde à fotossíntese e II, à quimiossíntese. Ambos os processos ocorrem numa mesma célula, em momentos diferentes.
(b) I corresponde à fotossíntese e II, à respiração. Esses processos não ocorrem numa mesma célula.
(c) I corresponde à fotossíntese e II, à respiração. Ambos os processos ocorrem numa mesma célula, em momentos simultâneos.
(d) I corresponde à quimiossíntese e II, à respiração. Esses processos não ocorrem numa mesma célula.
(e) I corresponde à fotossíntese e II, à fermentação. Ambos os processos ocorrem numa mesma célula, em momentos diferentes

4) Os elementos do tubo crivado sempre apresentam células parenquimáticas intimamente ligadas a eles. Essas células aparentemente coordenam as atividades dessas células do floema. Entre as alternativas a seguir, marque aquela que indica corretamente o nome dessas células parenquimáticas.
(a) Traqueides.
(b) Elementos de vaso.
(c) Células companheiras.
(d) Floema
(e) Células crivadas

5) Com relação ao transporte de seivas nas plantas vasculares, pode-se afirmar que:
I – o floema é constituído por elementos de vasos e traqueides;
II – a seiva elaborada é constituída, principalmente, de água e sais minerais;
III – a seiva bruta é transportada das raízes às folhas através dos vasos lenhosos;
IV – os vasos liberianos, em geral, ocupam a posição mais externa do caule, transportando produtos da fotossíntese.
Está(ão) correta(s):
(a) I e II
(b) III e IV
(c) Apenas III
(d) Apenas IV
(e) I, II, III e IV

6) A osmose:
(a) Requer ATP
(b) Provoca ruptura de células vegetais colocadas em água pura
(c) Pode causar a turgidez de uma célula
(d) Independe das concentrações de soluto
(e) Continua até que o potencial de pressão se iguale ao potencial hídrico

7) Que afirmativa sobre o transporte no floema não é verdadeira?
(a) Ela ocorre nos tubos crivados
(b) Ela depende de mecanismos de carregamento de solutos para dentro do floema, constituindo as fontes.
(c)Ele cessa se o floema for morto pelo calor
(d) Um potencial de pressão alto mantém-se nos tubos crivados
(e) Nos drenos, os solutos são transportados ativamente para dentro dos elementos de tudo crivado.

APÊNDICE S CASO 4

APÊNDICE T PÓS-TESTE DO CASO 4

Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Condução de Seiva Orgânica das Plantas referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 4

1) **Das frases abaixo, assinale a que está correta:**

(a) a fotossíntese é o processo de conversão da energia química em energia luminosa feita pelas plantas.
(b) os heterótrofos são à base das cadeias alimentares.
(c) uma planta que tem uma taxa fotossintética maior que sua taxa de respiração consegue acumular matéria orgânica.
(d) a glicose produzida no processo de respiração é a fonte energética dos organismos clorofilados.
(e) a fermentação é o principal meio dos organismos obterem energia.

2) **As substâncias orgânicas de que uma planta necessita para formar os componentes de suas células são:**

(a) sintetizadas a partir de substâncias orgânicas retiradas do solo.
(b) sintetizadas a partir de substâncias orgânicas retiradas do solo e de substâncias inorgânicas retiradas do ar
(c) sintetizadas a partir de substâncias inorgânicas retiradas do solo e do ar.
(d) extraídas de bactérias e de fungos que vivem em associação com suas raízes.
(e) extraídas do solo juntamente com a água e os sais minerais.

3) **Considere as duas afirmações que seguem.**

I. A energia luminosa é transformada em energia química.
II. A energia química acumulada é transformada em outra forma de energia química, que permite sua utilização imediata.
É correto afirmar que:

(a) I corresponde à fotossíntese e II, à quimiossíntese. Ambos os processos ocorrem numa mesma célula, em momentos diferentes.
(b) I corresponde à fotossíntese e II, à respiração. Esses processos não ocorrem numa mesma célula.
(c) I corresponde à fotossíntese e II, à respiração. Ambos os processos ocorrem numa mesma célula, em momentos simultâneos.
(d) I corresponde à quimiossíntese e II, à respiração. Esses processos não ocorrem numa mesma célula.
(e) I corresponde à fotossíntese e II, à fermentação. Ambos os processos ocorrem numa

mesma célula, em momentos diferentes

4) Os elementos do tubo crivado sempre apresentam células parenquimáticas intimamente ligadas a eles. Essas células aparentemente coordenam as atividades dessas células do floema. Entre as alternativas a seguir, marque aquela que indica corretamente o nome dessas células parenquimáticas.
(a) Traqueides.
(b) Elementos de vaso.
(c) Células companheiras.
(d) Floema
(e) Células crivadas

5) Com relação ao transporte de seivas nas plantas vasculares, pode-se afirmar que:
I – o floema é constituído por elementos de vasos e traqueides;
II – a seiva elaborada é constituída, principalmente, de água e sais minerais;
III – a seiva bruta é transportada das raízes às folhas através dos vasos lenhosos;
IV – os vasos liberianos, em geral, ocupam a posição mais externa do caule, transportando produtos da fotossíntese.
Está(ão) correta(s):
(a) I e II
(b) III e IV
(c) Apenas III
(d) Apenas IV
(e) I, II, III e IV

6) A osmose:
(a) Requer ATP
(b) Provoca ruptura de células vegetais colocadas em água pura
(c) Pode causar a turgidez de uma célula
(d) Independe das concentrações de soluto
(e) Continua até que o potencial de pressão se iguale ao potencial hídrico

7) Que afirmativa sobre o transporte no floema não é verdadeira?

(a) Ela ocorre nos tubos crivados
(b) Ela depende de mecanismos de carregamento de solutos para dentro do floema, constituindo as fontes.
(c)Ele cessa se o floema for morto pelo calor
(d) Um potencial de pressão alto mantém-se nos tubos crivados
(e) Nos drenos, os solutos são transportados ativamente para dentro dos elementos de tudo crivado.