



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE
DO PARANÁ**

Campus Cornélio Procópio

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

**QUÍMICA VERDE:
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM
ATIVIDADES PRÁTICAS**

RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

QUÍMICA VERDE:
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM
ATIVIDADES PRÁTICAS

GREEN CHEMISTRY:
A PROPOSAL FOR TEACHING SEQUENCE WITH
PRACTICAL ACTIVITIES

Produção Técnica Educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Luccas
Co-Orientadora: Profa. Dra. Marlize Spagolla Bernardelli.

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

NN185q Nardotto, Rafael dos Santos
Química Verde: Uma proposta de Sequência Didática
com atividades práticas / Rafael dos Santos
Nardotto; orientadora Simone Luccas; co-orientadora
Marlize Spagolla Bernardelli - Cornélio Procópio,
2021.
57 p. :il.

Produção Técnica Educacional (Mestrado
Profissional em Ensino) - Universidade Estadual do
Norte do Paraná, Centro de Ciências Humanas e da
Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino, 2021.

1. Aprendizagem Significativa. 2. Formação
Docente. 3. Mapas Conceituais. 4. Sequência
Didática. 5. Química Verde. I. Luccas, Simone,
orient. II. Spagolla Bernardelli, Marlize, co
orient. III. Título.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases da decomposição orgânica na composteira	24
Figura 2 – Etapas da digestão anaeróbica	28
Figura 3 – Aplicação do 01º encontro.....	35
Figura 4 – Vídeo 1 e 2.....	39
Figura 5 – Impresso acerca dos 12 princípios da Química Verde	39
Figura 6 – A Química Verde em seus 12 princípios	40
Figura 7 – 01ª etapa da construção da composteira	43
Figura 8 – 02ª etapa da construção da composteira, corte da tampa do segundo balde.	44
Figura 9 – 02ª etapa da construção da composteira, conclusão do processo de furação para a composteira.....	45
Figura 10 – 03ª etapa da construção da composteira, montagem final.....	45
Figura 11 – Adição dos insumos na composteira.....	46
Figura 12 – Montagem do dispositivo de vedação do biodigestor.....	48
Figura 13 – Adição ao biodigestor insumos orgânicos	49

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Composição média encontrada nos biodigestores	30
Quadro 2 – Quadro geral das atividades propostas	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Q.V.	Química Verde
Q.C.	Química Convencional
S.D.	Sequência Didática

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	08
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	11
1.1	O ENSINO DE QUÍMICA NO CURSO DE BIOLOGIA: UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR.....	11
1.1.1	A mediação Didática Da Química No Curso De Ciências Biológicas	13
1.1.2	A Aprendizagem Significativa e o mapeamento conceitual.....	14
1.2	ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE QUÍMICA VERDE E METODOLOGIAS ALTERNATIVAS.....	17
1.2.1	A Reciclagem e a Biorremediação.....	21
1.2.2	A Compostagem e o Biodigestor.....	22
2	PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL	30
2.1	PLANO DE AULA DOS ENCONTROS INDIVIDUALIZADOS.....	30
3	CONSIDERAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL	51
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53

INTRODUÇÃO

A motivação em empreender essa pesquisa dá-se pela carência e real necessidade de encaminhamentos metodológicos à formação inicial de professores, e no momento, estudantes do curso de Ciências Biológicas no 1º termo, no que concerne a maneira com que eles abordarão os fundamentos de Química aprendidos. Ancorada a esta ideia, está a questão problema: A Química Verde pode contribuir significativamente como estratégia alternativa na aprendizagem da Química?

No que tange à aprendizagem de química, principalmente quando se trata de um curso de bacharelado em Ciências Biológicas, o estudante, que é também um professor em formação inicial, tem características peculiares e condizentes ao seu conjunto de interesses disciplinares, onde o desinteresse pelo conhecimento da Química e o raso domínio em alguns conceitos clássicos predominam.

Há que se ressaltar, ainda, a importância dos livros didáticos na condução de estratégias de ensino e aprendizagem, contudo estes que são tão utilizados como abrigo pelos docentes, no entanto, encaminhamentos metodológicos podem abranger mais facetas e lançar mão de estratégias alternativas visando uma contemplação do mundo social real, mais inerentes às expectativas dos alunos, contribuindo na compreensão e mediação de determinados assuntos.

Podemos deduzir desta proposta que dificilmente se pode atender aos princípios de uma aprendizagem significativa, que leve em conta a diversidade, e que permita adequar a intervenção a estes momentos de aprendizagem de conceitos de Química.

Trataremos, neste primeiro capítulo, do ensino dos conteúdos pertinentes para a formação inicial do professor, das estratégias de ensino da Química no curso de Ciências Biológicas, Aprendizagem Significativa e do mapeamento conceitual que foi utilizado para a coleta dos dados, bem como os conceitos principais a serem desenvolvidos ao longo desta Sequência Didática pertinentes à Química Verde.

A preocupação anteriormente citada é expressa de forma concisa ao realizarmos buscas a respeito do ensino do conceito da Química Verde no ensino e como estratégias norteadoras para a aprendizagem. Dessa maneira, foi realizado

um levantamento prévio acerca de trabalhos publicados de 2002 a 2018 nos repositórios de pesquisa da CAPES e revistas de classificação Qualis A1 e A2, por serem os principais canais de divulgação científica na área de ensino e de educação no Brasil e no mundo.

Foram elencados trabalhos pertencentes à língua portuguesa incluídos nas áreas de conhecimento de Ensino e de Educação. A pesquisa realizada fez uma revisão sistemática da literatura (KITCHENHAM, 2004), a fim de investigar como o conteúdo específico de dormência e germinação de sementes está sendo pesquisado pela comunidade científica. Na plataforma Sucupira Qualis Revistas no quadriênio 2013-2016, em que todos os títulos eram de língua portuguesa, foram reportados 942 trabalhos nas revistas e 181 nos periódicos CAPES, ainda foi necessária a observação de textos em língua espanhola e língua inglesa, resultando em um total final de 22 trabalhos.

A partir disso conclui-se que é notória a carência de desenvolvimentos de estratégias e encaminhamentos com alternativas sustentáveis, pois apenas 1,95% dos casos identificados contemplavam os requisitos questionados. Há de se destacar que os trabalhos contemplam ensino superior e ensino médio, porém, podem apresentar elementos de fácil aplicação em diferentes níveis, como fundamental ou ensino superior por exemplo.

Evidencia-se assim, a carência de pesquisas na área de Ensino ligadas à Química Verde, de importante significado para formação deste futuro professor e aluno da área biológica, tanto no que concerne aos conceitos de Química contemporâneos pelos quais este futuro profissional estará em desenvolvimento no seu labor, quanto em sua construção acadêmica como um aluno de disciplinas de química em sua matriz curricular.

É papel desta pesquisa estimular a superação por meio do exercício da curiosidade, instigando a observação, questionamentos, elaboração de hipóteses, criar possibilidades e desenvolver a capacidade de produção no estudante.

Assim, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de o ensino estar conectado com materiais renováveis que despertem nestes estudantes em formação inicial, a relevância da Química Verde na aprendizagem, como na ampliação de conteúdos disciplinares de Química.

O estudo de Química deve possibilitar ao discente uma perspectiva

abrangente, pautado no seu dia a dia, na comunidade, em sua consciência social e ambiental e ainda em suas atitudes neste contexto, não apenas por meio de fórmulas e “receitas de bolos” desconectados (CARDOSO e COLINVAUX, 2000).

Da mesma maneira, é de suma importância que se construa processos ecologicamente qualificáveis que se proponham aplicações junto aos planos pedagógicos gerando um legado positivo no processo de ensino e de aprendizagem, com a relação professor-estudante sendo protagonista e norteador dessa construção. Afinal, o educador e os estudantes necessitam de alternativas que o instrumentalizem cada vez mais a construção do conhecimento.

Em vista disso, o objetivo geral desse produto foi desenvolver atividades pautadas na Química Verde, para aprendizagem de Química, com o alvo nos estudantes do 1º termo do curso de bacharelado em Ciências Biológicas. Desse modo, para atingir o objetivo geral foram elencados alguns objetivos específicos: a) compreender de que forma a química é trabalhada no ensino superior de ciências biológicas, e formação inicial destes professores; b) apresentar a Química Verde como alternativa ecológica para a construção de atividades pedagógicas; c) propor uma Sequência Didática com atividades sustentadas na Química Verde e na Aprendizagem Significativa; d) trabalhar conceitos de recursos renováveis (compostagem, reciclagem e biodigestor) com materiais coletados pelos alunos e pela comunidade escolar.

Na Dissertação que acompanha esta Produção Técnica Educacional¹, o leitor encontrará detalhes de toda a pesquisa empreendida, desde o aporte teórico para a formação de professores até a sistematização e aplicação desta sequência didática.

Para a realização do todo, no primeiro capítulo desta produção encontra-se o referencial teórico metodológico que fundamentou esse trabalho, seguido do segundo e terceiro capítulos onde é apresentada a Sequência Didática completa com suas atividades propostas. Ao final, algumas considerações finais inerentes ao desenvolvimento da Sequência Didática.

¹ Disponível em: <https://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino-dissertacoes>

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

1.1 O ENSINO DE QUÍMICA NO CURSO DE BIOLOGIA: UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR

O ensino de Química, de maneira geral, encontra certos obstáculos em qualquer nível da escolarização, porém, quando este é um futuro profissional docente, deverá ser ainda mais ancorado em certos saberes, de especificidades formativas a fim de que se atinja o objetivo do profissional formador.

Assim, Tardif (2014), define esses saberes da seguinte forma:

“Pode-se definir o saber docente como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”(TARDIF, 2014 p. 36).

De certa maneira, Tardif, evidencia o saber experiencial, ou em outras palavras, o saber adquirido pelo exercício da profissão, e repensar esse exercício é o pensamento fundamental desta pesquisa.

Esse postulado significa que o trabalho docente, como todo trabalho humano especializado, requer certos saberes específicos que não são partilhados por todo o mundo e que permitem que o grupo dos professores assente sua atividade num certo repertório de saberes típicos do ofício (TARDIF, 2014 p. 217).

Neste mesmo sentido, Guathier ambientaliza esse saber num repertório de mobilização de vários saberes (disciplinar, curricular, das ciências da educação, da tradição pedagógica (uso), experienciais, da ação pedagógica)(GAUTHIER, 2013 p.28 e 29).

Desse modo, a formação inicial e a formação continuada do professor têm um papel central na reelaboração constante desses saberes que são validados na prática.

No que compete ao ensino de Química, em todos os níveis de escolarização, sobretudo na formação inicial de professores, têm-se a necessidade de explicitar formas diferentes de abordagens de ensino de Ciências. Entre essas formas diferentes de abordagem podemos citar a experimentação, a história das Ciências e a abordagem de Ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

(CTSA) que está vinculada à educação científica e Ambiental que podem refletir na prática pedagógica dos egressos.

Neste contexto, é importante que o professor tome consciência ainda na sua formação inicial, que currículos centrados nestas abordagens não necessariamente garantem resultados satisfatórios, pois os egressos, mesmo frente a essas considerações e discussões tecidas, inclusive por entidades como MEC, podem continuar a valorizar atividades de memorização e repetição.

Dessa maneira, o aporte teórico para este conteúdo se encontra inserido nos planos dos encontros e de cada encontro da sequência didática elaborada e adaptada de Zabala (1998).

A formação inicial, ou continuada, de um modo geral, deve estimular uma perspectiva reflexiva, que abasteça os professores os meios para um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação (NÓVOA, 1997). Conforme ainda ressalta a seguir.

Verifica-se, assim, que os professores possuem teoria (teorias práticas, implícitas, de ação) sobre o que é ensino (NÓVOA, 1997).

Essa diversidade do “saber profissional” dos professores é sempre lembrada por Tardif e Gauthier (1996) em “o saber docente é um saber composto de vários saberes oriundos de fontes diferentes e produzidos em contextos institucionais e profissionais variados”.

Acerca disso, afirma Pimenta (1997), que se deve “produzir novas formas de progresso e desenvolvimento; consciência e sabedoria envolvem reflexão, isto é, capacidade de produzir novas formas de existência, de humanização.”

Cientes de que diversos são os saberes docentes a serem elencados e mobilizados durante uma prática docente, consideraremos, que será necessário além do conteúdo específico de Química Verde, que será abordado em nossa sequência didática, as dimensões pedagógicas para o ensino e a aprendizagem desses conteúdos, conforme apresenta a literatura de formação sucintamente apresentada.

Popõe-se assim, que essa mobilização seja a condição básica para que possamos apresentar essa Sequência Didática, com as intenções pedagógicas devidamente apresentadas.

1.1.1 A mediação Didática Da Química No Curso De Ciências Biológicas

Ao iniciar essa discussão e reflexão, deve-se levar em consideração à escassez da produção de materiais nacionais e de língua portuguesa com finalidade metodológica para Ensino de Química, somado a este quesito, a relevância da mediação correta do saber ensinado ou saber a ser ensinado num curso que não apresentará somente conteúdos de Química como o curso de bacharelado em Ciências Biológicas.

Situado o contexto, tem-se uma noção real da distância desafiante imposta aos professores de Química, quando se deparam com a necessidade de ensinar conteúdos Químicos em outras áreas do conhecimento.

Uma segunda manifestação deste mesmo conhecimento é resultado de um trabalho executado por um profissional docente em que por meio destas informações, conhecimentos, se desdobra em um conjunto de transformações adaptando os materiais e conhecimentos didáticos a ser ensinado em momentos de vivência em sala de aula.

Segundo (SANTOS e GRECA, 2005) o processo de compreensão dos conceitos químicos envolve níveis de representação distintos e congruentes: o macroscópico, o microscópico e o simbólico. O âmbito macroscópico mostra os fenômenos visíveis e observáveis à olho nu, já em âmbito microscópico a interpretação das reações e equações Químicas são explicadas pelo rearranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas e, por último, o nível simbólico consiste na expressão por símbolos, números, fórmulas, estruturas e relações quantitativas numéricas.

A aprendizagem sempre versará dentro da intercorrelação destes níveis, somente por meio deste dispositivo se observará uma compreensão da Química na sua integralidade e não fragmentada (SANTOS e GRECA, 2005).

Entende-se que o processo de aprendizagem é desenvolvido de maneira individualizada. Assim, o conhecimento poderá ter significado diferente para cada indivíduo. Segundo Novak e Gowin (1984, p.21), “[...] a aprendizagem é pessoal e idiossincrática; o conhecimento é público e compartilhado”.

E conforme indica Pimenta (1997).

(os professores) tem um grande trabalho a realizar com as crianças e os

jovens, que é proceder à mediação entre a sociedade da informação e os alunos, no sentido de possibilitar-lhes, pelo desenvolvimento da reflexão, adquirirem a sabedoria necessária à permanente construção do humano.

Não obstante, a definição do processo de aquisição do conhecimento, trás informações pertinentes ao processo conforme ressalta Bernardelli (2014) p.20.

A informação nos dias atuais chega de forma acessível a quem busca o conhecimento. Em alguns casos, ao buscar um conhecimento novo, o indivíduo acessa sua fonte de informação, sanando suas dúvidas, porém não se apropriando do novo conhecimento. Isso pode ocorrer porque a busca de informação não aconteceu de forma a desenvolver um processamento da informação e capacidade de apropriação do conhecimento.

Desta forma, com a finalidade de disponibilizar uma abordagem inovadora e consciente dos princípios aqui apresentados, bem como uma observação epistemológica, os professores formadores podem estimular novos profissionais a inserirem esse encaminhamento em suas práticas pedagógicas.

1.1.2 A Aprendizagem Significativa e o mapeamento conceitual

David Paul Ausubel, um psicólogo estadunidense cujos estudos foram voltados à educação, propôs uma teoria de aprendizagem em meados da década de 60, a Aprendizagem Significativa, priorizando os conceitos aprendidos de forma ordenada (subordinada e reconciliada).

Tal teoria busca explicar a aprendizagem como uma região nebulosa- cinzenta entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, que prevalece trazendo consigo as manifestações humanistas culturais. Essa região cinzenta é um entrelaçar dos conhecimentos prévios do estudante e a nova informação apresentada, ou seja, os novos conhecimentos se relacionam com um aspecto relevante, ampliando o seu conceito e modificando-o.

Sob este entendimento ausubeliano, a aprendizagem somente pode ser considerada significativa quando o estudante consegue relacionar significativamente a nova informação ou o novo conhecimento apresentado com os conhecimentos prévios existentes na sua rede cognitiva.

Ausubel traz uma concepção substantiva de que essa incorporação à estrutura cognitiva de uma nova informação pode se apresentar de diferentes

maneiras, como símbolos ou grupos de símbolos, dependendo apenas de um contexto específico e particular não arbitrário para cada indivíduo.

Quando esta relação proposta de maneira apenas arbitrária não relacionada com a estrutura cognitiva e a rede de conhecimentos já pré-estabelecida pelo estudante de modo literal é chamada de aprendizagem mecânica ou automática. É importante, ainda, ressaltar que essa situação de aprendizagem não se trata de uma dicotomia, mesmo porque as duas formas de condução do processo de aprendizagem permeiam-se entre si de maneira nébula e continuada.

Dessa forma, pode-se entender que há um processo de retenção e assimilação, proposto por Ausubel, em que os novos conhecimentos só dependem de uma variante: a qualidade da estrutura cognitiva prévia do estudante.

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isso: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL; NOVAK; HANESSIAN, 1980, p. 137).

O processo de assimilação e retenção da informação apresentado por Ausubel aponta as fases do processo cognitivo pela qual a nova informação apresentada, passa por semi reações interdependentes entre si.

(Fase 1 – nova informação potencialmente significativa) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; (Fase 2 - interação) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e (Fase 3 - retenção) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória(AUSUBEL, 1980, p. 28).

Dessa maneira, indicamos nesta proposta o mapeamento conceitual como estratégia da coleta de dados, bem como forma principal de avaliação formativa, o mapeamento conceitual, devido à sua enorme versatilidade, com o intuito de auxiliar na promoção da aprendizagem significativa do conteúdo da Química Verde.

Proposto por Joseph Novak em 1970, apoiado na teoria ausubeliana da aprendizagem significativa In (BERNARDELLI, 2014 p. 26 e 28).

[...] Com foco na aprendizagem significativa, busca-se suporte para um conhecimento organizado de forma gradativa. Ressalta-se, assim, a relevância do professor estar atento a sua ação pedagógica, compreendendo como o educando aprende, para que sua ação realmente se efetive. O mapa conceitual deve obedecer aos princípios da aprendizagem significativa que são: a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Na diferenciação progressiva são as ligações verticais que separam as diferenças, enquanto na reconciliação integrativa são as linhas horizontais, diagonais que unem as semelhanças.

Esses processos são aparentes nos mapas conceituais. O mapeamento conceitual foi proposto em meados de 1970 por Joseph Novak e colaboradores, fundamentados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e confirmando assim o instrumento avaliativo pelo qual ressalta o fator mais importante para a aprendizagem, que são os conhecimentos prévios do estudante.

“Um mapa conceitual é um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos numa estrutura de proposições” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 31).

Dessa maneira, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Moreira (2011), a aprendizagem pode ocorrer de duas formas, a mecânica e a significativa. Moreira (2011) indica que a aprendizagem mecânica ocorre comumente no ambiente escolar. Então, o professor deve estimular conhecimentos nos alunos de forma que a aprendizagem aconteça de forma significativa.

Quando a aprendizagem é iniciada de forma significativa, os subsunçores tornam-se mais eficazes na fixação de novos conceitos, realizando a ancoragem de um conhecimento pré-existente com um novo conhecimento, promovendo sua interação, essa interação entre os conhecimentos proporciona uma relação entre eles, podendo ocorrer uma modificação na estrutura cognitiva do estudante, auxiliando, assim, na ampliação do conhecimento (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

Por meio da aprendizagem significativa, o estudante, ao aprender um novo conhecimento, se relaciona de forma a interagir com alguns subsunçores e pode ter a percepção das semelhanças e das diferenças entre o conhecimento prévio e a nova informação. Esse processo é reconhecido por Ausubel de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Segundo Moreira e Masini (2001), esses dois processos anteriormente citados se complementam, conforme a seguir.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são, portanto, processos que resultam e que ocorrem simultaneamente com a aprendizagem significativa bem caracterizando a dinamicidade da proposição ausubeliana.

Dessa forma, o processo de ensino e de aprendizagem deve ser encarado com determinação, refletindo as ações positivas e estar além de pronto e disposto à mudança, alegre e com esperança na melhoria do processo por meio da discussão de ideia, conforme acena Paulo Freire:

Há uma relação entre a alegria necessária à atividade educativa e a esperança. A esperança de que professor e estudantes juntos podemos aprender, ensinar, inquietar-nos, produzir e juntos igualmente resistir aos obstáculos à nossa alegria (FREIRE, 1996, p. 29).

Nesta mesma perspectiva, reforça Hoffmann (1998) que a avaliação envolve uma relação com o processo de conhecimento do estudante e os modos ou meios pelos quais esse conhecimento é adquirido.

Então, diante destas colocações apresentaremos a seguir a abordagem metodológica para a conceituação da Química Verde, bem como as aplicações em que as aulas práticas irão decorrer.

1.2 ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE QUÍMICA VERDE E METODOLOGIAS ALTERNATIVAS

O estudante brasileiro requer cada vez mais uma discussão acerca de metodologias e práticas de ensino que atendam a diversidade e esta pluralidade estudantil. O processo de ensino e de aprendizagem retrata na prática diversas maneiras manifestadas de aprendizagem. Dificilmente um estudante aprende da mesma forma que outro, portanto estratégias que promovam mais pontos de ancoragem desses conhecimentos evidenciará, sem dúvidas, mais “pontes” entre o conhecimento prévio e o conhecimento adquirido ou ensinado.

Aprendizagem refere-se à aquisição cognitiva, física e emocional, e ao processamento de habilidades e conhecimento em diversas profundidades, ou seja, o quanto uma pessoa é capaz de compreender, manipular, aplicar e/ou comunicar esse conhecimento e essas habilidades. A aprendizagem está, portanto, intimamente relacionada à profundidade do processamento de habilidades e conhecimento, ou seja, ao nível que representa o quanto estamos engajados em pensar sobre o que está sendo aprendido (AQUINO, 2007, p. 6).

Assim, o ensino pautado apenas no contexto social não pode ser aquém do que de fato se necessita para alcançar esse repertório que o estudante percorre para a promoção da compreensão (GAUTHIER et al., 2013).

A ação do professor deve estar interligada em encontros pedagógicos de amplitude, com tendência a essa pluralidade, e diante desses pressupostos o fazer didático conhecido como *maker*². Isto fará com que o ensino de Química para o curso de formação de biólogos, esteja pautado na resolução de desafios sociais não somente do cotidiano do estudante, mas sim expandido, colocando em evidência os problemas ambientais, sustentabilidade, biorremediação, gestão de efluentes e resíduos, preservação e proteção de recursos naturais entre outros.

Dessa mesma maneira, Zabala (1998) atenta para a metodologia de ensino de maneira geral.

As atividades de ensino devem promover aprendizagens mais significativas e funcionais possíveis, que tenham sentido e desencadeiem uma atitude favorável para realizá-las, que permitam o maior número de relações entre os distintos conteúdos, que constituam estruturas de conhecimento, por um lado. Por outro, devem facilitar a compreensão de uma realidade que nunca se apresenta compartimentada (ZABALA, 1998 p.186).

Nesse contexto, podem-se elencar alguns conceitos para o desenvolvimento da sequência, a fim de contextualizar o assunto da Química Verde nos conteúdos convencionais clássicos de Química dos livros didáticos, com a proposta alternativa e os referenciais citados.

Segundo Saqueto (2015), em sua tese, a autora elenca vários referenciais teóricos com um grande conhecimento acerca do tema da Química Verde, sobre a qual a autora realizou pesquisa por questionários e entrevistas semi-estruturadas. O estudo compreendeu disciplinas experimentais em subáreas diferentes da Química, que foram acompanhadas para inserção da Educação em Química Verde (EQV) por meio da introdução de experimentos e/ou orientações com base nos pressupostos metodológicos da análise de conteúdo e nos princípios da

² Segundo Rifkin (2016), o movimento *maker* tem sido guiado por quatro princípios: o compartilhamento aberto de novas invenções, a promoção da cultura de aprendizado colaborativo, uma crença na autossuficiência da comunidade e um compromisso com práticas de produção sustentável (Rifkin, 2016). Nas escolas brasileiras e nos laboratórios livres e abertos à comunidade, a disseminação da cultura *maker* incentiva o aprendizado pode ser considerado uma extensão da cultura DIY (do it yourself) ou "faça você mesmo" (Costa, C. O., & Pelegrini, A. V. (2017)).

Química Verde. Dessa forma, a seguir serão apresentados alguns aportes que propiciam uma devida imersão acerca da temática a ser desenvolvida na proposta de sequência assim como uma remetente referência teórica.

Diante do exposto, serão apresentados a seguir os conceitos e princípios da Química Verde, dentro de uma perspectiva construtivista e mediada aos anseios do estudante do curso de bacharelado em Ciências Biológicas.

Os princípios da Química Verde foram apresentados segundo a literatura por Anastas e Warner no início da década de 90, seguido dos autores (ANASTAS e WERNER 1998; ANASTAS e KIRCHHOFF, 2002; TROST, 1995; PRADO, 2003; LENARDÃO et al., 2003; CORRÊA e ZUIN, 2009; SAQUETO, 2015) como aporte para sua aplicação.

Dessa forma é necessário lembrar os princípios propostos por Anastas e ainda apresentados por Lenardão (2003):

I) Princípio da Prevenção: Antes de produzir, previna as reações, produtos e subprodutos a serem gerados. Melhor prevenir antes do que ter de tratar os dejetos depois.

II) Princípio da Economia Atômica: Todos os processos sintetizados devem constar tudo que for possível dos reagentes como produtos efetivados. Maximização da incorporação dos átomos utilizados para reagir.

III) Princípio da Síntese com Reagentes de menor toxicidade: Sempre usar e/ou gerar substâncias reacionais que possuam pouca ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e o meio ambiente.

IV) Princípio do Desenvolvimento do Composto Seguro: os produtos químicos gerados deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, se possível em única conformação, apresentando a menor toxicidade possível.

V) Princípio da Diminuição de Solventes e Auxiliares: a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de solvatações orgânicas etc.) deverá ser evitada quando possível, ou usadas substâncias inócuas (catalisadores) no processo.

VI) Princípio da eficiência energética: os métodos sintéticos deverão ser conduzidos, sempre que possível, à pressão e temperatura ambientes, diminuindo assim o impacto econômico ambiental.

VII) Princípio do Uso da matéria prima renovável: Sempre que possível utilizar de fontes, biomassas etc., prioritariamente renováveis.

VIII) Princípio da redução do uso de derivados: Minimizar ou evitar o uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, e modificadores temporários, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, produzem subprodutos indesejáveis.

IX) Princípio das Catálises: A utilização de processos de catálises e reagentes catalíticos é preferível às reações estequiométricas.

X) Princípio do Desenvolvimento de Compostos Degradáveis: produtos químicos deverão ser promovidos para uma degradação inofensiva ao eco sistema e não persistindo no ambiente.

XI) Princípio da Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: as metodologias analíticas precisam ser propostas a fim de um monitoramento do processo em tempo real, para controlar ou inibir de fato a formação de compostos tóxicos.

XII) Princípio da Química Segura para a Prevenção de Acidentes: as substâncias químicas utilizadas deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, como riscos de contaminação biológica, química ou riscos à saúde humana.

Os princípios da Química Verde estão diretamente relacionados à atividade do profissional da química, seja em laboratório ou na indústria, e podem ser estruturados no tripé: o uso de fontes renováveis ou recicláveis de matéria-prima; o aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto; e evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas (DIAS, 2016).

Entende-se como o principal conceito da Química Verde a completa compreensão destes princípios para uma melhor expansão dos conceitos inerentes às aplicações da Q.V. nas ações humanas contextualizadas no cotidiano dos estudantes.

Para tanto, veremos a seguir que foram lançados interlocutores, conceitos mediadores, como a biorremediação, na aplicação de compostagem e biodigestor e o conceito de reciclagem 5Rs, com os quais, o professor poderá desenvolver um percurso metodológico com o intuito da construção da aprendizagem.

1.2.1 A Reciclagem e a Biorremediação

Reciclagem é um termo bastante utilizado, mas é preciso defini-lo para esse contexto. De acordo com Fonseca (2000, p. 13), “O termo reciclagem consiste em todas as operações com os resíduos sólidos, desde a minimização na sua geração, o manuseio, a segregação, a destinação final por meio do tratamento visando o seu reaproveitamento ou reutilização”.

Ademais, é necessário informar que o conceito de reciclagem, na literatura, remonta aos registros das regulamentações sobre resíduos sólidos em 1976, por meio da *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA), continuando em 1980 com a *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (CERCLA) e a *Hazardous and Solid Waste Amendments* em 1984 e culminando em 1986 com a *Superfund Amendments and Reauthorization Act* (SARA). Estas regulamentações limitavam os tipos e as quantidades dos resíduos que poderiam ser depositados no solo, e direcionavam meios e tecnologias para tratamento de resíduos, fossem esses oriundos de processos térmicos, físicos, químicos ou biológicos (FONSECA, 2000, p. 16).

A partir da década de 1990, com o conceito de redução e prevenção da poluição denominado “descarga zero”, a reciclagem passa a ganhar força, não só como indicador de qualidade de vida, mas como meio alternativo economicamente sustentável (FONSECA, 2000, p. 17).

A reciclagem, desse modo, é uma forma de conversão do desperdício, ou seja, o resíduo em produtos de potencial utilidade. Esses materiais podem ser orgânicos ou inorgânicos.

Neste contexto, os processos em que envolvem a renovação, transformação ou reutilização de matéria prima, recursos naturais, quer sejam eles inorgânicos ou orgânicos, são processos de reciclagem.

Esse processo de reaproveitamento do lixo – ou do que se considera lixo – em uma nova matéria prima traz um enorme impacto na preservação do meio ambiente. O processo inorgânico atual de reciclagem do alumínio no Brasil é um exemplo benéfico dessa conquista sustentável, gerando renda inclusive. Contudo, um outro processo de igual importância é a reciclagem de material orgânico, a este é dada uma terminologia específica, a Biorremediação.

A Biorremediação é um processo em que organismos vivos,

usualmente plantas ou microorganismos, são utilizados por meio de procedimentos biotecnológicos para reduzir, remediar ou remover poluentes do meio ambiente (GAYLARDE; BELINASO; MANFIO, 2005, p 1).

Esse processo tem sido amplamente pesquisado e recomendado para ambientes contaminados como recurso alternativo viável para tratamento de resíduos e efluentes industriais, bem como em águas superficiais e subterrâneas, ou ainda em diferentes cultivos manejos e tipos de solos.

Ainda, o processo de Biorremediação é indicado no tratamento de resíduos de contaminados orgânicos ou moléculas orgânicas de difícil degradação. O procedimento com maior sucesso no tratamento de resíduos de microorganismos recalcitrantes ou de difícil tratamento é a Biorremediação. Assim, o processo de Biorremediação tende a transformar um determinado resíduo de origem orgânica, quer seja sintetizada ou natural, em outra forma de matéria, insumo ou energia de fácil remoção, redução ou reutilização pelo próprio meio ambiente.

Há fatores que são influenciadores desse processo, como os físicos, químicos e os biológicos. Os parâmetros físicos que influenciam na degradabilidade da matéria orgânica é comumente a matriz onde é encontrado o resíduo, o solo, água, sedimentos e luminosidade. Quanto aos fatores químicos influenciadores, é a própria constituição química da matriz ambiental, a capacidade nutritiva do solo, o pH, a umidade e o potencial reacional de redução e oxidação da matéria orgânica (GAYLARDE; BELINASO; MANFIO, 2005 p. 02).

Como foi apresentado, o conceito de Biorremediação é mais amplo, e partindo deste, aplicam-se dois processos práticos propostos para essa Sequência Didática, a compostagem e a biodigestão anaeróbica, que serão apresentados a seguir, e estes, de forma intencional, conduzirão à compreensão e evidenciarão os indícios das aprendizagens esperadas.

1.2.2 A Compostagem e o Biodigestor

A compostagem é um processo biológico em que ocorre a desintegração e a degradação dos resíduos em virtude da decomposição aeróbica dos mesmos. Essa decomposição é promovida por bactérias, fungos e microorganismos transformando os resíduos em biomassa microbiana. O processo da compostagem se dá principalmente pelas condições propostas e pela presença

do gás O₂ (oxigênio) durante o processo, considerado um processo biológico aeróbico. Como produtos reacionais ainda pode-se elencar o grande desprendimento de gases como o CO₂ (gás carbônico) e a água com ligeiro excesso de base, em que grande parte deste gás carbônico é liberado, oriundo da atividade microbiana (FERREIRA, 2009, p. 06).

A formação de composto ou biomassa para aplicação da compostagem é muito variada, apresentando sempre uma fonte de nitrogênio ou compostos nitrogenados que incluem diversos resíduos vegetais (palha, cascas, podas recentes e aparas etc.) e também resíduos de origem animal (restos de alimentos como frutas, verduras e leguminosas, restos de abatedouro, escamas de peixe etc.), misturados ao excremento oriundo das criações, ou uma porção chamada fonte de carbono, como terra de compactação ou mesmo o húmus e terra vegetal.

Observa-se que quase todo material de origem animal ou vegetal pode ser utilizado para o composto, porém nem todo material é aconselhável, subprodutos como madeira tratada com pesticidas ou verniz, couro, papel, plásticos e resíduos de pastagens que recebem pesticidas (FERREIRA, 2009, p. 06).

Na literatura, encontram-se muitas formulações para a produção do substrato de compostagem, sobretudo recomenda-se sempre priorizar por formulações em que já tenham sido citadas pelos principais órgãos de pesquisa na área, dentre os quais se destaca a EMBRAPA com as circulares técnicas e cartilhas informativas respeitando e corrigindo se necessário a relação C/N (fontes de carbono e nitrogênio do substrato). De modo geral, os compostos são produzidos a partir de fontes de baixo custo e boa disponibilidade evidenciando a retomada da reutilização de resíduos.

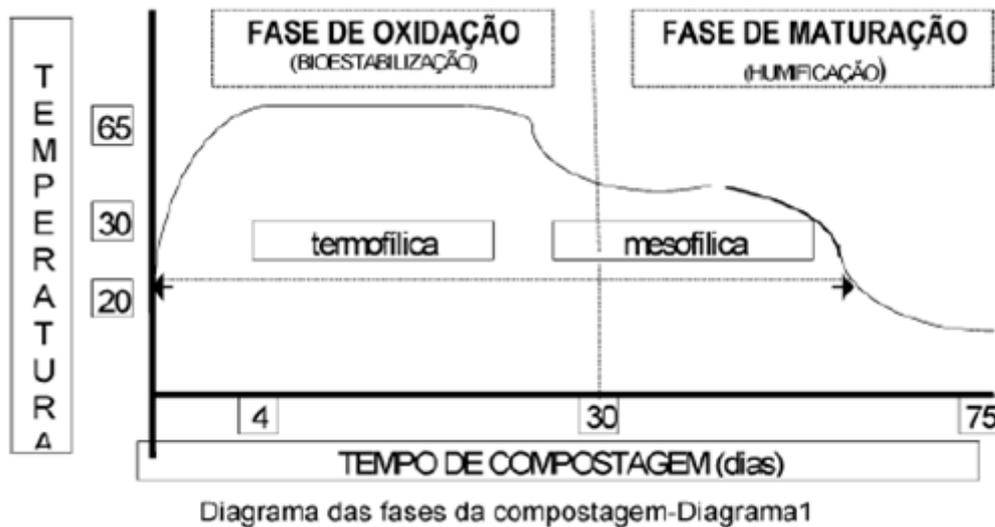
Segundo Moraes (2014) e Valle (2009), são apontadas algumas vantagens a respeito da utilização da compostagem, conforme indicado a seguir.

[...]As vantagens do composto produzido são: A retenção da umidade do solo, aumentando a permeabilidade e a porosidade, e melhorando as condições de aeração e drenagem; A prevenção da erosão e de lixiviação de nutrientes e minerais; A melhoria das propriedades biológicas do sistema pedológico solomicroorganismos-raízes, pois aperfeiçoa a microestrutura e aumenta a sua agregação (é agente cimentante); Poder de tamponamento; O fornecimento de macro nutrientes (N,P,K) e de elementos-traço (micronutriente: Fe, Zn, Cu, etc.) (Valle, 2009).

A seguir, será apresentado o esquema das transformações as quais

a matéria orgânica é digerida aerobicamente. Este gráfico pode ser apresentado aos estudantes como forma de complemento à explicação das montagens e no curso do desenvolvimento das atividades em que trouxeram esse conceito.

Figura 1 – Fases da decomposição orgânica na composteira



Fonte: Processo de compostagem e fermentação aeróbica da matéria orgânica (MORAES, 2014).

Como se pode observar, a oxidação é a primeira fase da compostagem, onde ocorre a bioestabilização dos componentes da mistura biológica no caso, a parte nitrogenada e a parte carbônica. Essa fase é considerada termófila, pois nesse período ocorre a digestão oxidativas e, por causa disso, a atividade microbiana acaba por elevar a temperatura do composto, geralmente até 65°C, degradando assim todas as biomoléculas organizadas como, proteínas, carboidratos e lipídeos presentes na mistura biológica (MORAES, 2014).

Num segundo momento, observa-se a fase de maturação, onde o preparo agora passa a dispor os produtos finais do processo da compostagem, com a atividade microbiana de característica mesófila, ou seja, microorganismo em que se desenvolvem à temperatura ambiente. Assim, naturalmente, essa condição é favorecida pelo abaixamento da temperatura natural do processo, com a curva de morte microbiana nas condições do meio biológico transcorrido alguns dias. Desse modo, há o substabelecimento completo do material inicial pelo húmus e o biofertilizante líquido, findando o processo geralmente no prazo de 75 dias (BRASIL,

Cetesb, adaptado, 2019).

Então, teoricamente, a degradação dos sólidos voláteis biodegradáveis do material a ser compostado pode ser estimada pela reação química de uma molécula biodegradável(FERNANDES e SILVA, 2014), conforme apresentado a seguir.



Uma informação inerente ao processo, é que torna-se visível o excesso de base produzido, dessa forma, o produto da reação tem seu caráter alcalino no processo aeróbico.

A relação C/N conforme apresentada anteriormente, é de suma importância, assim sendo, a compostagem deve seguir algumas informações técnicas conforme ressaltam alguns autores a seguir.

Os microorganismos absorvem elementos Carbono e Nitrogênio na proporção de 30:1. O carbono é utilizado como fonte de energia, o nitrogênio é assimilado na estrutura. Quando a proporção for mais elevada que 60:1 por exemplo, os microrganismos utilizam o nitrogênio mineral do solo ou dos organismos que morrem – NO₃ e NH₃– transformando-o em nitrogênio orgânico (Bidone, 1999).

Segundo KIEHL (1985), Os microrganismos reciclam o nitrogênio dos que morrem, retiram nitrogênio do solo de forma nítrica ou amoniacal, procurando com isso reduzir mais rapidamente a elevada relação C/N. Os organismos “emprestam” o nitrogênio do solo, pois quando o excesso de carbono for eliminado a matéria húmica está sendo mineralizada, ou seja, o nitrogênio orgânico estará se transformando em nitrogênio mineral solúvel, disponível para as raízes.

Desse modo, os produtos da compostagem, conforme são apresentados, recebem nomenclaturas específicas de acordo com sua fase física do composto coletado ao final do processo, assim, tanto o húmus (produto sólido), quanto o produto líquido comumente conhecido como chorume ou biofertilizante, são bem definidos conforme a literatura mostrada a seguir.

Recebe o nome de chorume o líquido escuro e de mau cheiro que escorre da leira de composto em processo de compostagem (ou do recipiente onde está o preparo). A leira de composto não deve produzir chorume se for corretamente conduzida. O chorume forma-se quando o material a ser compostado está muito molhado. O resíduo orgânico cru muito molhado, pode reduzir-se o excesso de umidade revolvendo-a mais vezes, ou utilizando a técnica de inoculação massal (KIEHL, 1998).

O húmus, geralmente de cor preta ou marrom, é o conjunto de compostos

orgânicos complexos que se acumulam no solo porque são resistentes à decomposição. Da mesma forma eu a argila, ele é uma fração coloidal da matéria mineral do solo (Brady, 2013).

O processo descrito acima também pode ser anaeróbico, ou seja, sem presença de oxigênio na produção de humificação (húmus) e biofertilizante líquido (chorume), onde o recipiente preparado para receber o material biológico é vedado com controle de válvula de despressurização, seguindo as determinações da Portaria Nº 01, de 04 de março de 1.983 conforme comenta KIEHL (1985) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira, Lei nº 12.305 de 2010 junto com o decreto 7.404 de 2010 (BRASIL, 2010), que estimulam a implantação de biodigestores no Brasil e fortalecem os argumentos de incentivos para a implementação de projetos de biodigestão de resíduos sólidos orgânicos urbanos.

É importante lembrar, neste momento, que os dispositivos legais de Biossegurança no Brasil são norteados pelas seguintes legislações e inerentes à prática proposta da biodigestão (FERNANDES, 2014).

Lei Nacional de Biossegurança, a Lei 11.105 de 24 de março de 2005 onde regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, ainda cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º à 10 e 16º da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências.

No caso do ensino da biodigestão é importante que o professor atente-se à conceitos básicos de biossegurança geral e no laboratório, como:

Amostras biológicas: são materiais de origem humana ou animal (como excrementos, secreções, sangue e derivados, tecidos e líquidos orgânicos) com fins experimentais ou diagnóstico;

Antisséptico: agente químico ou físico utilizado para desinfecção de tecido vivo, capaz de destruir ou inibir o crescimento de microrganismos na área aplicada;

Descontaminação: destruição ou remoção (total ou parcial) de microrganismos dos artigos e superfícies;

Desinfecção: destruição ou inibição do crescimento de microrganismos patogênicos não esporulados ou em estado vegetativo, de superfícies. Alguns cuidados são necessários para a aplicação da atividade para o profissional comprometido com a biossegurança, entre eles: As mãos devem ser lavadas antes e após a realização dos procedimentos;

Nunca levar nada à boca ou inspirar produtos;

Descartar o material segundo as normas legais, técnicas vigentes para

material biológico e perfuro cortantes;
Recomenda-se a utilização de luvas em caso de rachaduras ou ferimentos na pele das mãos, ou quando houver contato com material infeccioso; Óculos protetores deveram ser usados na execução de procedimentos que produzam borrifos de microrganismos ou de materiais perigosos; Deve-se sempre tomar uma enorme precaução em relação a qualquer objeto cortante (DA SILVA, 2015).

Ainda no que compete ao protótipo, é necessário salientar que o biodigestor produzirá gases e posteriormente fogo, assim alguns cuidados com estes deverão ser tomados, como:

Armazenar em locais bem ventilados, secos e resistentes ao fogo. Proteger as garrafas do calor e da irradiação direta. Manter as garrafas presas à parede de modo a não caírem. Separar e sinalizar os recipientes cheios e vazios. Utilizar sempre válvula reguladora de pressão. Manter válvula fechada após o uso. Em caso do fogo descontrolado basta tapar a saída da mangueira impedindo a entrada de ar; Se o fogo atingir a roupa de uma pessoa, algumas técnicas são possíveis: - levá-la para debaixo do chuveiro; - há uma tendência da pessoa correr, aumentando a combustão, neste caso, deve derrubá-la e rolá-la no chão até o fogo ser exterminado; melhor, no entanto é embrulhá-la rapidamente em um cobertor para este fim; - pode-se também usar o extintor de CO₂, se este for o meio mais rápido; - Jamais use água para apagar o fogo em um laboratório. Use extintor de CO₂ ou de pó químico (DA SILVA, 2015).

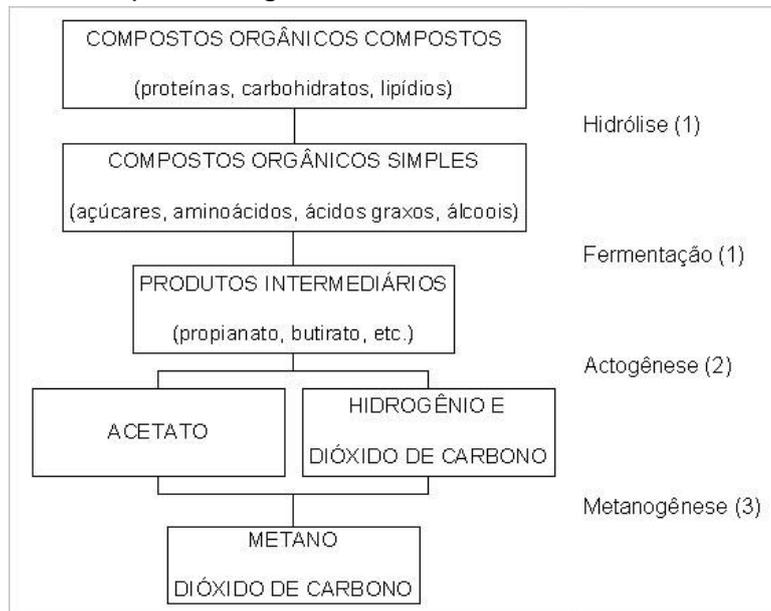
Feitas as devidas ressalvas e trabalhando com segurança, para esta Sequência Didática foram abordadas as aulas práticas sempre ao ar livre, com todos os participantes munidos de seus EPIs e EPCs³ devidamente de prontidão.

Dessa forma, apresenta-se a seguir o processo da biodigestão anaeróbica em sua análise esquemática na Figura 2.

³ Para a atividade docente nos encontros voltados para a atividade prática, estes devem se nortear nas legislações específicas de Biossegurança, e como toda atividade laboral, está submetida ainda à Legislação Trabalhista, bem como as designações dos conselhos regionais de categoria e as demandas legais dos Sindicatos de Classe, assim, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), define as normas que diz respeito a utilização de equipamentos de proteção coletiva em suas Normas Regulamentadoras (NR) 4, e 9.

De acordo com a NR4, o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) é o responsável por aplicar todo seu conhecimento na Saúde e Segurança do Trabalho (SST), a fim de reduzir, ou ainda quando possível, erradicar os riscos presentes nos ambientes de trabalho nas empresas.

Logo, a NR9 fala sobre o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), segundo esta norma, é preciso descrever todas as medidas de controle existentes, incluindo ainda a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e EPC, durante o processo de identificação dos riscos existentes. De acordo ainda com a NR9, no item 9.3.5.2, as empresas devem priorizar a utilização do EPC, colocando a adoção do EPI apenas em último caso.

Figura 2 – Etapas da digestão anaeróbica

Fonte: BRASIL, Cetesb, adaptado, 2019.

Como se observa, a digestão anaeróbica é dividida em várias pequenas etapas, através das quais se desenvolvem reações sucessivas para a decomposição da matéria orgânica, logo se faz necessária a descrição detalhada dessas etapas, assim como é representada na literatura.

Ainda, além do Biofertilizante que é apresentado na fase líquida, o principal produto do biodigestor é o biogás.

Para um melhor entendimento do processo da biodigestão, acerca do do processo elencamos a literatura a seguir.

[...] Na primeira etapa, a matéria orgânica complexa como polícarboidratos, proteínas e lipídeos é hidrolisada e fermentada por bactérias hidrolíticas fermentativas a compostos orgânicos simples como aminoácidos, açúcares, ácidos graxos e álcoois. Na segunda etapa, os produtos metabólicos do primeiro grupo são então convertidos a acetato e hidrogênio pelas bactérias acetogênicas sintróficas associadas às bactérias utilizadoras de hidrogênio. Na terceira etapa, bactérias metanogênicas convertem acetato, formiato, hidrogênio, etc., a metano e dióxido de carbono. O passo limitante, do processo é a metanogênese pois as bactérias responsáveis, por essa etapa são as mais lentas e mais sensíveis às variações do meio. O bom desempenho do processo depende da manutenção do equilíbrio entre as populações microbianas envolvidas (Portal Cetesb, 2019).

A qualidade no processo do recipiente do biodigestor é medida via legislação vigente, dessa maneira o Quadro 1 apresenta uma média da composição do biogás encontrada normalmente.

Quadro 1 – Composição média encontrada nos biodigestores

COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS		
GASES	GASES/FÓRMULA QUÍMICA	PORCENTAGEM
METANO	CH ₄	55% a 65%
DIÓXIDO DE CARBONO	CO ₂	35% a 45%
NITROGÊNIO	N ₂	0 a 3%
OXIGÊNIO	O ₂	0 a 1%
GÁS SULFÍDRICO	H ₂ S	0 a 1%

Fonte: SILVA, 2015.

Por fim, esse aporte possibilita aos professores um olhar estrutural de sua prática, por meio dos componentes que constituem a Sequência Didática, podendo justificar-se cada um de seus elementos componentes (o que pode ser observado, em detalhes, na Dissertação que acompanha esta Produção Técnica Educacional).

Assim, a seguir será apresentada a Sequência Didática proposta para o ensino da Química Verde, com seus planos de encontros detalhados.

2 PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

O Produto Técnico Educacional apresentado neste documento é parte integrante da Dissertação de Mestrado Instituída: “A Química Verde e a Aprendizagem Significativa: Um processo alternativo para aprender Química”, disponível em <<http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino>>. Para maiores informações, entre em contato com o(a) autor(a): e-mail: rafaelsantosquimica2012@gmail.com

Diante da questão problema apresentada na pesquisa, dos objetivos e da justificativa apresentados na introdução desta Produção Técnica Educacional, no Quadro 01 é apresentada a estrutura geral desta Sequência Didática.

A Sequência Didática proposta para auxiliar o processo de aprendizagem de Química Verde foi aplicada em seis encontros de duas horas/aula cada. As atividades propostas têm o intuito ponderar a pluralidade apresentada pelos estudantes e trazer subsídios para a formação inicial destes profissionais.

Ao propor a Sequência Didática apresentada, enfatiza-se que a mesma foi organizada de maneira a serem trabalhados os organizadores prévios dos estudantes sobre o conteúdo de mapeamento conceitual, como tentativa de nivelamento para a aplicação desta Sequência Didática, contudo, de forma não sequenciada, ressalvadas as condições de trabalho eventual deste pesquisador.

Por conseguinte, as atividades avaliativas propostas foram aplicadas por meio de variadas abordagens e com instrumento avaliativo central o mapa conceitual, sendo assim, estratégias que se pautaram no teórico-prático.

Os encontros foram preparados partindo, além dos teóricos já mencionados da literatura científica, também das experiências pessoais do pesquisador. A questão do ensino e aprendizagem é, portanto, embasada na vivência prática dos conceitos de Química, inclusive pela baixa quantidade de aulas práticas que o pesquisador teve quando era estudante, por isso, foram propostas, ao longo da sequência, duas aulas práticas.

Notadamente, o conteúdo possui termos complexos, contudo, no decorrer da sequência didática propusemos cinco atividades avaliativas, sendo compostas por uma avaliação diagnóstica inicial (MAPA 1), três avaliações formativas e uma avaliação formativa final (MAPA 4).

A seguir, será apresentada a estrutura geral da Sequência Didática adaptada de Zabala (1998).

Quadro 2 – Quadro geral das atividades propostas

<ul style="list-style-type: none"> • Participantes: estudantes do primeiro ano de um curso de Ciências Biológicas de um Centro Universitário localizada na cidade de Ourinhos estado de São Paulo; • Objetivos: conceituar a Química Verde e seus princípios, com atividades contextualizadas, reflexivas e participativas, que abordam temas relacionados à Q.V. aplicada ao curso de ensino superior; • Duração horas/aula (estimativa): doze horas/aula estruturadas em seis encontros; • Recursos: material correlacionado aos encontros práticos de compostagem e biodigestor (listados nos respectivos encontros individuais), quadro de giz, kit multimídia (Datashow e notebook), furadeira com brocas, baldes com tampas, papel sulfite, lápis, caneta, borracha; • Total de encontros: seis encontros, com duas horas/aula cada aproximadamente. 			
Atividades/ recursos	Objetivo(s) da atividade	Justificativa	Duração
Encontro 1: Obtendo os conhecimentos prévios acerca da (Q.V.)			
Atividade 1 e MAPA 1	Conhecer as informações que os estudantes já possuem a respeito do conteúdo da Química Verde, assim como investigar quais os interesses a respeito dos Processos Químicos Industriais (MAPA 1)	Sondagem acerca dos conhecimentos prévios	01 dia (2h/aulas)
Avaliação Encontro 1: Entrevistas a respeito do mapa 1			
Encontro 2: Recursos naturais e ações antrópicas como organizadores prévios			
Vídeo 1 e Atividade 2 (Lista)	Envolver os estudantes em uma discussão acerca da utilização dos Recursos Naturais e aplicação de uma Lista de ações antrópicas acerca da Q.V. e Q.C.; por fim, a apresentação dos princípios da Q.V.	Exposição da questão problema	01 dia (2h/aulas)

Avaliação Encontro 2: Lista de Ações acerca da Química Convencional e Q.V.			
Encontro 3: Promovendo a conceituação da Química Verde			
Atividade 3 (Vídeo 2, aula dialogada (folhas impressas – 12 princípios e biomassa/biofertilizantes) e (MAPA 2))	Apresentar aos estudantes uma aplicação da utilização racional dos recursos naturais (5Rs), a Química na compostagem e no biodigestor como formação de biomassa/ fertilizante e gás natural. Finalmente, promover os conceitos da Q.V. e favorecer a conscientização. (MAPA 2)	Favorecer e ampliar o conceito teórico da Q.V.	01 dia (2h/aulas)
Avaliação Encontro 3: MAPA 2 Neste momento solicitar aos estudantes que tragam no encontro seguinte materiais para a confecção de um protótipo de composteira caseira e biodigestor.			
Encontro 4: Promovendo o conceito da Química Verde por meio da prática (composteira).			
Atividade 4 (Composteira e MAPA 3)	Realizar aula prática da montagem de uma composteira caseira, com materiais cotidianos e de reutilização da comunidade. (MAPA 3).	Motivar à aprendizagem da Q.V. por meio da prática.	01 dia (2h/aulas)
Avaliação Encontro 4: MAPA 3			
Encontro 5: Ampliação do conceito da Q.V. por meio da prática (biodigestor).			
Atividade 5 (Montagem de um protótipo de um biodigestor portátil e MAPA 4)	Desenvolver prática da construção do protótipo do biodigestor com os estudantes como aplicação dos conceitos da Q.V. já apresentados (MAPA 4).	Estimular a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos	01 dia (2h/aulas)

Avaliação Encontro 5: MAPA 4			
Encontro 6: Coleta de informações e entrevistas			
Atividade 6 (Entrevistas coleta de dados)	Entrevistar os estudantes a respeito dos mapas por eles construídos.	Evidências e indícios de aprendizagem acerca da Q.V.	01 dia (2h/aulas)

Fonte: O autor (2020). Adaptado de Zabala (1998, p. 58).

A seguir, serão apresentados os encontros de forma individualizada com as propostas metodológicas de execução na aplicação da Sequencia Didática.

2.1 PLANO DE AULA DOS ENCONTROS INDIVIDUALIZADOS

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 01

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Conceito de Química Verde.

Subtemas:

- Conceituação de Química Verde;
- Introdução ao conceito de forma exploratória, buscando o que os alunos compreendem por Química Verde.

2 – Modalidade didática

- Expositiva- dialogada.

3 – Objetivos

- Indagar os estudantes acerca do que eles imaginam ser Química Verde, para que eles possam expressar e dialogar a respeito do assunto a partir de seus conhecimentos prévios (subsunçores);
- Apresentar de maneira introdutória a pesquisa e conhecer as informações que os estudantes já possuem a respeito do conteúdo da Química Verde, assim como investigar quais os interesses a respeito dos Processos Químicos Industriais e as ações humanas envolvidas nestes.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- No início do encontro, foi apresentada a pesquisa, as razões pelas quais esta pesquisa é proposta, exposto o termo de Consentimento Livre e Esclarecido, bem como a apresentação da questão problema a ser respondida.
- Foram distribuídas então, uma folha de sulfite, lápis e canetas aos estudantes ali presentes, para que discorressem um mapa conceitual acerca do conceito da Química Verde, buscando respostas acerca de qual significado destes termos para eles.

5 – Recursos didáticos

- Folhas de sulfite, lápis preto, lápis de cor e canetas de variadas cores.

6 – Avaliação

- Construção do Mapa conceitual (MAPA 1)

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g> > Acesso em: 06 de jun. de 2018

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1978, 1980, 1983). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

A seguir é apresentada uma imagem com uma parte do nivelamento e da primeira etapa desta aplicação na qualidade de exemplificação de aplicação.

Figura 3 – Aplicação do 01º encontro



Fonte: próprio autor, 2019.

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 02

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Organizadores prévios.

Subtemas:

- Recursos naturais e ações antrópicas como organizadores prévios

2 – Modalidade didática

- Expositiva- dialogada.

3 – Objetivos

- Envolver os estudantes em uma discussão acerca da utilização dos Recursos Naturais e aplicação de uma Lista de ações antrópicas acerca da Q.V. (Química Verde e Q.C. (Química Convencional); por fim, a apresentação dos princípios da Q.V.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- Foi abordado o tema da utilização dos recursos naturais pelo homem no início do encontro, na tentativa de buscar subsunçores a respeito dos processos Químicos Industriais de fabricação. Em seguida, foi apresentado o vídeo de caráter explicativo, concluindo com a abordagem da aplicação da Lista de ações, nas quais eles deveriam julgar como pertencentes à processos de Química Convencional ou Química Verde.

5 – Recursos didáticos

- Lista de ações antrópicas impressas, vídeo a respeito da utilização dos recursos naturais, lápis preto, lápis de cor e canetas de variadas cores, Datashow e Notebook com Kit Multimídia.

6 – Avaliação

- Aplicação da Lista de ações antrópicas.

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles**

GREEN Engineering. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em:< <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g>> Acesso em: 06 de jun. de 2018

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. **Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de Química e ciências.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22, 1999. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

A seguir será apresentada a Lista proposta para a intervenção acerca dos processos pertencentes à Química Convencional e à Química Verde. Nesta lista de identificação dos principais componentes e substâncias nocivas ao meio ambiente, os alunos devem escrever na frente de cada uma das ações humanas o correspondente Química Verde (Q.V.) para aquelas que estão de acordo com os 12 pilares da química verde, ou seja, não são considerados nocivos ao ecossistema, e colocarem Química Convencional (Q.C.) para os que julgarem estar em desacordo com os princípios da Química Verde.

Ainda será apresentada a imagem acerca das aplicações do vídeo 1 – “Recursos Naturais: utilização, uso e impactos” e do vídeo 2 – acerca da importância da separação do lixo, “Video aula sobre Lixo e Reciclagem”, e apresentados os 12 princípios detalhadamente aos alunos.

LISTA DE AÇÕES QUE ENVOLVEM PROCESSOS QUÍMICOS E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

Escreva na frente de cada uma das ações abaixo, o correspondente **Química Verde (Q.V.)** para aquelas que estão de acordo com os 12 princípios da Química Verde. Coloque **Química Convencional (Q.C.)** para os que julgarem estar em desacordo com os princípios da Química Verde.

TRANSFORMAÇÃO DE LIXO ORGÂNICO EM INSUMOS ()	PROCESSO DE NIQUELAÇÃO ()
PROCESSO DE CROMAÇÃO ()	FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) ()
UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS ()	REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS ()
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE ()	PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS ()
PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO ()	PRODUÇÃO DE GÁS METANO ()
FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS ()	FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) ()
FABRICAÇÃO DE CELULARES ()	BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS ()
FABRICAÇÃO DE MEL ()	
PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO ()	FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) ()
PRODUÇÃO DE VIDRO ()	REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS ()
REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA ()	FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS ()
PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno) ()	FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET ()

Figura 4 – Vídeos 1 e 2



Fonte: Youtube⁴

Em seguida, a Figura 5, que vem acompanhada pelo texto do Ministério do Meio Ambiente, que pode ser trabalhado ou apenas impresso junto com os princípios que se seguem na Figura 6. Nesta sequência, foi aplicada a explicação dos conceitos da Figura 6 com a leitura dirigida dos processos de compostagem constantes na cartilha a seguir.

Figura 5 – Impresso acerca da compostagem e do biodigestor



Fonte: Ministério do Meio Ambiente.⁵

⁴ Vídeo 1: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pBLhXKNa6dQ> Acesso em: 06 Ago. 2019. Vídeo 2: Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=C5Ey1R_G5mA Acesso em: 06 Ago. 2019.

⁵Disponível em:< https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> Acesso em: 06 Ago. 2019

Figura 6 – A Química Verde em seus 12 princípios.

OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE

Pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a implementação de produtos químicos e/ou processos para reduzir ou eliminar o uso ou a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente

<p>1. PREVENÇÃO DE RESÍDUOS</p>  <p><i>É mais barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los depois que eles são produzidos.</i></p>	<p>7. FONTES RENOVÁVEIS DE MATÉRIA PRIMA</p>  <p><i>O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos.</i></p>
<p>2. ECONOMIA ATÔMICA</p>  <p><i>As metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas de modo a incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.</i></p>	<p>8. MINIMIZAR OU EVITAR DERIVATIZAÇÃO</p>  <p><i>A derivatização desnecessária deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas usam reagentes adicionais e podem gerar resíduos.</i></p>
<p>3. SÍNTESE SEGURA</p>  <p><i>Deve-se desenvolver rotas sintéticas que utilizam e geram substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.</i></p>	<p>9. CATÁLISE</p>  <p><i>O uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos.</i></p>
<p>4. PRODUTOS SEGUROS</p>  <p><i>Deve-se buscar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem danos ao ambiente.</i></p>	<p>10. PRODUTOS DEGRADÁVEIS</p>  <p><i>Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se.</i></p>
<p>5. SOLVENTES E AUXILIARES SEGUROS</p>  <p><i>Substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes precisa ser evitada ao máximo; quando inevitável, devem ser inócuas ou reutilizadas.</i></p>	<p>11. ANÁLISE EM TEMPO REAL P/ PREVENÇÃO</p>  <p><i>Monitoramento e controle em tempo real deve ser viabilizado. A possível formação de substâncias tóxicas deve ser detectada antes de sua geração.</i></p>
<p>6. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</p>  <p><i>A utilização de energia pelos processos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos. Deve ser minimizada.</i></p>	<p>12. QUÍMICA SEGURA (PREVENÇÃO DE ACIDENTES)</p>  <p><i>A escolha das substâncias, bem como sua utilização em processos químicos, deve procurar a minimização do risco de acidentes.</i></p>

Fonte: Princípios da Química Verde. ⁶

⁶ Disponível em: <<https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/03/Aula-4-Qu%c3%admica-Verde-QAmb-2019-Final.pdf>> Acesso em: 14 jun. 2019.

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 03

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Promovendo a conceituação da Química Verde.

Subtemas:

- Contextualizar o conceito da Química Verde, abordar o conceito de reciclagem (5Rs), a compostagem e a biodigestão anaeróbia.

2 – Modalidade didática

- Expositiva- dialogada.

3 – Objetivos

- Apresentar aos estudantes uma aplicação acerca da utilização racional dos recursos naturais (5Rs), a Química na compostagem e no biodigestor como formação de biomassa/fertilizante e gás natural. Finalmente, promover os conceitos da Q.V. e favorecer a conscientização dos estudantes.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- No encontro 3 foi apresentado o Vídeo 2 - acerca da importância da separação do Lixo como materiais de origem orgânica e inorgânica, ambos passíveis da utilização do conceito dos 5Rs, evidenciando a produção de biomassa e/ou biofertilizante.

Nesse momento, foi ainda lida e discutida com os estudantes uma cartilha preparada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (a respeito da compostagem e do biodigestor). Ao final da interlocução foi solicitado aos estudantes que confeccionassem o segundo mapa conceitual (MAPA 2) e requerido a eles que trouxessem materiais reutilizáveis nos próximos encontros, para a construção de uma composteira caseira bem como um protótipo de biodigestor portátil em garrafa PET.

Foi passado no quadro negro a lista de materiais que poderiam ser utilizados tanto para a montagem da composteira quanto para a confecção do biodigestor

5 – Recursos didáticos

- Vídeo a respeito da reciclagem (5Rs), impresso acerca da compostagem e do biodigestor lápis preto, lápis de cor e canetas de variadas cores, Datashow e Notebook com Kit Multimídia.

6 – Avaliação

- MAPA 2

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g>> Acesso em: 06 de jun. de 2018

BRASIL. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> Acesso em: 06 Ago. 2019.

SPILBORGHS, Maria Cristina Frascá. **Biorremediação de aquífero contaminado com hidrocarboneto**. 1997. São Paulo. Dissertação (Mestrado Instituto de Geociências). Universidade de São Paulo. Disponível : < https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-06102015-112549/publico/Spilborghs_Mestrado.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

SILVA, A.; KOMATSU, R. **Conceito dos 3R: um breve referencial para uma empresa sustentável**. Revista Interatividade, p. 120-125, 2014.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998

Desse modo, será apresentada na sequência uma imagem do vídeo 2 - acerca da importância da separação do lixo, como materiais de origem orgânica e inorgânica, ambos passíveis da utilização do conceito dos 5Rs, evidenciando a produção de biomassa e/ou biofertilizante.

Foi passado no quadro negro os materiais que poderiam ser utilizados tanto para a montagem da composteira quanto para a confecção do biodigestor.

COMPOSTEIRA CASEIRA

600 gramas de terra vegetal (húmus)
300 gramas de restos de alimentos e frutas
300 gramas de forragens e folhas secas
02 baldes pequenos com tampas
01 Tesoura/faca

BIODIGESTOR PORTÁTIL

01 Furadeira com brocas aço 10mm
01 Garrafa PET 2 Litros
01 válvula de botijão pequeno
01 cola de cano
300 gramas de restos de alimentos/frutas
700 mL de água

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 04

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Promovendo o conceito da Química Verde por meio da prática (composteira).

Subtemas:

- Prática de Compostagem.

2 – Modalidade didática

- Prática.

3 – Objetivos

- Realizar aula prática da montagem de uma composteira caseira, com materiais cotidianos e de reutilização da comunidade.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- No encontro 4, foi realizado a montagem da composteira caseira com os estudantes, a partir dos materiais discutidos no encontro anterior e solicitado aos mesmos que ao final produzissem o MAPA 3.

A atividade foi realizada em área externa e os alunos paramentados com EPIs e EPCs pertinentes.

5 – Recursos didáticos

- Ferramentas e materiais solicitados no encontro 3 para a montagem da composteira e biodigestor portátil, jalecos, luvas, máscaras, sulfite, lápis e canetas variadas para a confecção dos mapas ao final da intervenção

6 – Avaliação

- MAPA 3

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g> > Acesso em: 06 de jun. de 2018

BRASIL. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> Acesso em: 06 Ago. 2019.

FERNANDES, F.; DA SILVA, S.M.C.P. **Manual Prático para a Compostagem de biossólidos.** PROSAB - programa de Pesquisa em saneamento Básico. UEL Universidade Estadual de Londrina. 2014. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf> Acesso em: 14 fev. 2019

FONSECA, D. C. **Metodologia para reciclagem de resíduos sólidos industriais.** 2000. Universidade Federal de Minas Gerais. Tese Doutorado. Belo Horizonte. Escola de Engenharia da UFMG. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-99NLD8/tese_dinalvacelestefonseca.pdf?sequence=1> Acesso em: 04 Jul. 2019.

SILVA, A.; KOMATSU, R. **Conceito dos 3R: um breve referencial para uma empresa sustentável.** Revista Interatividade, p. 120-125, 2014.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998

A produção da composteira caseira seguiu algumas etapas, conforme serão descritas a seguir com as imagens de cada uma das etapas.

Figura 7 – 01ª Etapa da construção da composteira



Fonte: o autor, 2019.

Em primeiro lugar, deve-se realizar furos em um dos baldes na lateral para que dê passagem ao oxigênio que será responsável pela aeração do processo de compostagem.

Ressalta-se aqui, que serão utilizados dois baldes para a construção dos compartimentos da composteira caseira.

A seguir, veremos a segunda etapa, onde será cortada uma das tampas do segundo balde para produzir o encaixe necessário do compartimento superior no inferior da composteira, conforme é apresentado na Figura 8. Para tal tarefa, foi utilizada a técnica de perfurar a tampa com uma furadeira e cuidadosamente abrir uma abertura com uma faca serrilhada para realizar a forma circular.

Há de se observar que este processo deve ser feito pelo professor, e caso necessário, este pode solicitar a um profissional especializado ou ainda lançar mão de ferramentas diversas que auxiliem o desenvolvimento.

Figura 8 – 2ª Etapa da construção da composteira, corte da tampa do segundo balde.



Fonte: o autor, 2019.

Neste momento, deve-se realizar uma série de furos no primeiro balde, utilizando a furadeira e brocas de aço, a fim de concluir os processos de furação em ambos os baldes, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – 02ª etapa da construção da composteira, conclusão do processo de furação para a composteira.



Fonte: o autor, 2019.

Desse modo, conclui-se a montagem com a seguinte proporção, apresentada na Figura 10, 03ª etapa de construção, a montagem final, onde o balde de cima terá os fundos todos furados e o balde inferior servirá como coletor da fase biofertilizante líquida.

Figura 10 – 03ª Etapa da construção da composteira, montagem final.



Fonte: o autor, 2019.

Então, concluídas essas etapas de construção, inicia-se a adição dos insumos que virão a formar a biomassa (húmus fertilizado) e o chorume. Primeiramente, adiciona-se a terra vegetal seguida dos restos de folhas secas e forragens, concluindo com a adição de restos de alimentos e frutas. Ressalta-se

inclusive, que é necessário mexer em movimentos circulares as misturas borrifando um pouco de água que é para ajudar a compactação desse preparo, conforme a figura 11.

Figura 11 – Adição dos insumos na composteira



Fonte: o autor, 2019

Finalmente, conclui-se o procedimento com a total compactação deixando a mistura iniciar o processo de descanso e maturação já explicado anteriormente neste produto educacional. A seguir será apresentada a construção do biodigestor portátil no encontro 5.

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 05

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Biodigestor como aplicação da Química Verde.

Subtemas:

- Contextualizar o conceito da Química Verde, abordar o conceito da biodigestão anaeróbia de forma prática.

2 – Modalidade didática

- Prática.

3 – Objetivos

- Desenvolver prática da construção do protótipo do biodigestor com os estudantes como aplicação dos conceitos da Q.V. já apresentados.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- No Encontro 5, foi realizada a construção do biodigestor portátil em garrafa PET com os estudantes, ao final da parte prática foi solicitado aos estudantes a construção do MAPA 4 (final).

5 – Recursos didáticos

- Ferramentas e materiais solicitados no encontro 3 para a montagem da composteira e biodigestor portátil, jalecos, luvas, máscaras, sulfite, lápis e canetas variadas para a confecção dos mapas ao final da intervenção

6 – Avaliação

- MAPA 4

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g> > Acesso em: 06 de jun. de 2018

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1978, 1980, 1983). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva

Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

BRASIL. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:<

https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> Acesso em: 06 Ago. 2019.

DA SILVA, Z.R. Dissertação: Manual didático do biodigestor. 2015. **O ensino de ecologia mediado pelo conceito unificador energia: o biodigestor enquanto modelo didático para uma abordagem interdisciplinar.**2015.159 f. Disponível em:<

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1347/7/CT_PPGFCET_%20M_%20Silva%2C%20Zenilda%20Ribeiro%20da%20_2015_1.pdf> Acesso em: 17 jun. 2019.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998

A produção do biodigestor portátil segue algumas etapas de confecção. Porém, como a proposta aqui apresentada é a mais simples possível, optou-se em aproveitar o recipiente de uma garrafa PET para essa montagem.

A única etapa de preparação foi exatamente da fixação da válvula de abertura de gás na tampa da garrafa. Essa etapa deve ser executada de acordo com a figura 12, dispondo de apenas um único furo central na tampa utilizando a furadeira e broca de aço, concluindo com a cola de cano para a completa vedação. Deve-se informar ainda ao profissional docente que para vedação pode ser aplicada uma camada de massa vadante caso necessário.

Figura 12 – Montagem do dispositivo de vedação do biodigestor.



Fonte: o autor, 2019.

Concluída essa fase de montagem do protótipo do biodigestor portátil, é momento para a inserção dos insumos no biodigestor. Inicia-se com a inserção da fase líquida, pois, conforme indicado na literatura é necessária uma proporção da fase de 30:1 para promover mais facilmente a primeira etapa da anaerobiose, que é a hidrólise (quebra das ligações das moléculas maiores por meio da água e oxidação à produtos menores), conforme apresenta a figura 13.

Figura 13 – Adição de insumos orgânicos ao biodigestor



Fonte: o autor, 2019.

A conclusão deste item será apresentada no encontro 6, que tem o intuito de recolher as entrevistas dos mapas conceituais apresentados pelos estudantes e anotações das conclusões das experiências mencionadas por eles.

QUÍMICA VERDE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES PRÁTICAS PARA APRENDIZAGEM.

Encontro 06

Professor:	Rafael dos Santos Nardotto
Disciplina:	Fundamentos de Química
Série:	1º ano
Duração da aula:	2 horas/aulas
Data:	

1 – Tema/Subtemas

Tema: Conclusão da Sequência Didática acerca Química Verde.

Subtemas:

- Entrevistas dos mapeamentos conceituais.

2 – Modalidade didática

- Dialogada-explicativa.

3 – Objetivos

- Entrevistas e coleta de dados.

4 – Estratégias de Ensino/Desenvolvimento da aula

- No Encontro 6 foram realizadas as entrevistas dos estudantes a respeito dos mapas por eles construídos e discussão acerca das atividades propostas pela Sequência Didática na visão dos alunos.
- Realizadas as gravações dos áudios por meio de dispositivo móvel (celular).

5 – Recursos didáticos

- Lousa (quadro negro), trabalhos e atividades anteriores, discussões e levantamento de questões conceituais acerca da Química Verde de forma oral.

6 – Avaliação

- Intervenção apenas dialogada e coleta das impressões dos estudantes.

7 – Referências

- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g> > Acesso em: 06 de jun. de 2018

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1978, 1980, 1983). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

CORREA, Paulo Rogério Miranda; SILVA, Amanda Cristina da; JUNIOR, Jerson Geraldo Romano. **Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 4402 (2010). Disponível em: <www.sbfisica.org.br> acesso em: 15 mar. 2019..

DA SILVA, Z.R. Dissertação: Manual didático do biodigestor. 2015. **O ensino de ecologia mediado pelo conceito unificador energia: o biodigestor enquanto modelo didático para uma abordagem interdisciplinar**. 2015. 159 f. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1347/7/CT_PPGFCET_%20M_%20Silva%2C%20Zenilda%20Ribeiro%20da%20_2015_1.pdf> Acesso em: 17 jun. 2019.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996. Tradução de Learning how to learn (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Tradução de João Batista Kreuch, 4ª edição – Petrópolis, RJ: Vozes. 2008

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

No encontro 6, a apropriação do conceito da Química Verde é esperada e assim, a coleta dos dados tende a percorrer caminhos de entendimento, buscando a evidenciação de indícios das aprendizagens proporcionadas pelas intervenções e atividades aqui propostas.

As considerações para a aplicação da Sequência Didática bem como as orientações finais no que compete este produto veremos a seguir.

3 CONSIDERAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

A principal orientação aos profissionais docentes que utilizarem a Sequência Didática proposta é a leitura imprescindível da dissertação para uma compreensão do desenvolvimento e aplicação da mesma.

A sequência foi desenvolvida por seis encontros, nos quais propusemos aulas expositivas dialogadas, aulas práticas e debate-entrevistas. Relacionamos cinco atividades avaliativas com variados instrumentos, como o uso

de mapas conceituais, resolução de lista e atividades práticas.

Apresentamos um plano de aula para cada encontro da Sequência Didática, alocados após o quadro geral dos encontros. Os planos de aula possuem fundamentação teórica do conteúdo específico da Química Verde, a fim de auxiliar os professores no ensino e na avaliação da aprendizagem dos estudantes, na utilização da Sequência aqui proposta.

Sugerimos ainda que o professor, ao aplicar essa Sequência Didática, readapte-a para sua realidade de ensino. Logo, fica também ao seu critério a utilização e aplicação das cinco atividades avaliativas propostas ao longo da Sequência Didática como achar pertinente.

Lembramos que a Sequência Didática foi elaborada pensando nos recursos reutilizáveis trazidos pela comunidade acadêmica na qual foram desenvolvidas as aulas práticas. De certa forma, as aulas práticas possuíram aspectos necessários de reciclagem, que possibilitam futuras reaplicações da S.D. às necessidades locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao apresentar esse produto, foi possível observar o quanto é importante continuar a repensar o ensino e a aprendizagem com estratégias e recursos didáticos que envolvam o significado e a temática da Química Verde.

Os estudantes demonstraram, por meio das transcrições e abordagens, indícios da compreensão de um novo conceito e de uma forma diferente de abordagem na Química.

Convém ressaltar que a utilização desta produção educacional é ajustável às realidades de ensino de cada profissional docente. O importante será garantir que as etapas da S.D. não se desconfigurem acerca do conteúdo da Química Verde, afastando ao objetivo geral deste encaminhamento metodológico. Dessa maneira, esta ~~trata~~ proposta acerca do conceito da Química Verde tende a garantir uma boa qualidade do processo de ensino e de indícios proveitosos da aprendizagem do conteúdo.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. USA: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, Paul T; Zimmerman, Julie B. **Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2003. Acesso em: < <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g>> Acesso em: 06 de jun. de 2018.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1978, 1980, 1983). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção do conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003. Disponível em: < http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf> Acesso em: 15 mar. 2019.

BRADY, N. C. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3ª edição Porto Alegre: Brookman, 2013.

BRASIL. **Biogás**. Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/biogas/fundamentos/>> Acesso em: 14 jun. 2019.

_____. Lei nº 12.305/2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 20 fev. 2021.

_____. Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005. **Conselho Nacional de Biossegurança**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm> Acesso em: 20 fev. 2021.

_____. Lei nº 7404/2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,Reversa%20C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs> Acesso em: 20 fev. 2021.

_____. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> Acesso em: 06 Ago. 2019.

BERNARDELLI, M. S. **A interdisciplinaridade educativa na contextualização do conceito de transformação química em um curso de ciências biológicas**. 2014. 218 fls. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

CARDOSO, S. P e COLINVAUX, D. **Explorando a Motivação para Estudar Química**. Química Nova. Ijuí, UNIJUÍ, v.23, n.3. p. 401-404, 2000.

CMMA. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

CORREA, Paulo Rogério Miranda; SILVA, Amanda Cristina da; JUNIOR, Jerson Geraldo Romano. **Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 4402 (2010). Disponível em: <www.sbfisica.org.br> acesso em: 15 mar. 2019..

COSTA, C. O., PELEGRINI, A. V. O design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar. Design E Tecnologia, 7(13), 57-66. Disponível em: <<https://doi.org/10.23972/det2017iss13pp57-66>> acesso em: 16 fev. 2021.
DA SILVA, Z.R. Dissertação: Manual didático do biodigestor. 2015. **O ensino de ecologia mediado pelo conceito unificador energia: o biodigestor enquanto modelo didático para uma abordagem interdisciplinar**.2015.159 f. Disponível em:<
https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1347/7/CT_PPGFCET_%20M_%20Silva%2C%20Zenilda%20Ribeiro%20da%20_2015_1.pdf> Acesso em: 17 jun. 2019.

DE AQUINO, C. T. E. **Como aprender: andragogia e as habilidades de aprendizagem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DIAS, Erica Dayane Souza. **A Cortina de fumaça no discurso verde da química: um olhar sobre produções científicas na 37ª RASBQ**. Florianópolis – SC, 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina. 116 p.

FERNANDES, F.; DA SILVA, S.M.C.P. **Manual Prático para a Compostagem de bio sólidos**. PROSAB - programa de Pesquisa em saneamento Básico. UEL Universidade Estadual de Londrina. 2014. Disponível em:<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf> Acesso em: 14 fev. 2019.

FERREIRA, D. F. **Produção de mudas de maracujazeiro em diferentes compostos orgânicos**. 2009. Alfenas – MG. Dissertação Mestrado em Ciências Animal. Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS. Disponível em:<
<http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/114/1/DouglasFernandesFerreira-dissertacao.pdf>> Acesso em: 02 Ago. 2019.

FONSECA, D. C. **Metodologia para reciclagem de resíduos sólidos industriais**. 2000. Universidade Federal de Minas Gerais. Tese Doutorado. Belo Horizonte. Escola de Engenharia da UFMG. Disponível em:<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-99NLD8/tese_dinalvacelestefonseca.pdf?sequence=1> Acesso em: 04 Jul. 2019.

FREIRE, P.; **Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa**. 25ª ed. Paz e Terra. São Paulo.1996.

GAYLARDE, C.C.; BELINASSO, M. De L.; MANFIO, G. P. **Biorremediação**.

Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos.

Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento nº 34. janeiro/junho 2005. Disponível em: <<http://www1.esb.ucp.pt/twt/olimpiadasbio07/MyFiles/MyAutoSiteFiles/FontesInformacao253906202/samorais/Biorremediacao.pdf>> Acesso em: 04 Jul. 2019.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente.** Ijuí: Unijuí, 2013.

HOFFMANN, Jussara. **Pontos e contrapontos: do pensar ao agir em avaliação.** Porto Alegre: Mediação, 1998.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: Maturação e qualidade do composto.** Piracicaba, 1998.

LENARDÃO, E. J. et al. **“Green Chemistry” – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de Ensino e pesquisa.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 123-129. 2003. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol26No1_123_19.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

MORAES, T. P. De. **Estudo dos aspectos físico-químicos da Compostagem à base da casca de mandioca.** 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5498/1/MD_COGEA_2014_2_13.pdf> Acesso em: 10 Set. 2019.

MOREIRA, M. A.; Masini, E. F.; **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel;** Moraes; São Paulo, 1982 e 2001.

_____, M. A., **Teorias da Aprendizagem** (EPU, São Paulo, 2011).

NÓVOA, A. **Os professores e sua formação.** Publicações Dom Quixote, Ltda: Lisboa Codex. Nova Enciclopédia, 2 ed., 1997.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996. Tradução de Learning how to learn (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

NOVAK, J. D. Learning, **Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations** (Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah. 2a ed. 2010.

PIMENTA, S. G. **Saberes pedagógicos e atividade docente.** In: PIMENTA, S.G. (org) Formação de professores: identidade e saberes da docência. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2000.

RIFKIN, J. A sociedade com custo marginal zero. São Paulo: M. Books do Brasil, 2016.

SAQUETO, K.C.; **Química Verde no ensino superior de Química: Estudo de caso sobre práticas vigentes em uma IES paulista**. São Carlos SP. 2015. Unesp. Tese doutoramento. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6345?show=full>> Acesso em: 24 Abr. 2019.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. **Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de Química e ciências**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22, 1999. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

SPILBORGHS, Maria Cristina Frascá. **Biorremediação de aquífero contaminado com hidrocarboneto**. 1997. São Paulo. Dissertação (Mestrado Instituto de Geociências). Universidade de São Paulo. Disponível :<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-06102015-112549/publico/Spilborghs_Mestrado.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

SILVA, A.; KOMATSU, R. **Conceito dos 3R: um breve referencial para uma empresa sustentável**. Revista Interatividade, p. 120-125, 2014.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17.ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. Pag 27-28.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZUIN, et al. **Desenvolvimento Sustentável, Química Verde e Educação Ambiental: o que revelam as publicações da SBQ**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 38, Anais... Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2015. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/38ra/cdrom/resumos/T0015-1.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.