UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
***Campus* Cornélio Procópio**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO

RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

A QUÍMICA VERDE E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ENSINO DE QUÍMICA VERDE

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2021

RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

A QUÍMICA VERDE E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ENSINO DE QUÍMICA VERDE

Dissertação 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

Nardotto, Rafael dos Santos
NN224q A Química Verde e a Aprendizagem Significativa: Uma proposta de abordagem alternativa para ensino de Química Verde / Rafael dos Santos Nardotto; orientadora Simone Luccas; co-orientadora Marlize Spagolla Bernardelli - Cornélio Procópio, 2021.
121 p. :il.

Dissertação (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.

RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

A QUÍMICA VERDE E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ENSINO DE QUÍMICA VERDE

Dissertação 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.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

_____

BANCA EXAMINADORA

_____
Orientadora: Profª. Drª. Simone Luccas
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

_____
Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

_____
Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, _____de _____de _____.

Dedico este trabalho a Deus e à minha mãe em primeiro lugar, ao meu filho e à minha família que tanto me apoiou, e à minhas orientadoras pela paciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade paciência e colaboração.

Ao professor Lucken e à professora Simone, coordenadora do programa PPGEN – UENP Cornélio Procópio, que tanto nos apoiou, pela condução do grupo de pesquisa junto com minha orientadora. Ainda agradeço imensamente ao curso de Ciências Biológicas das UniFio, aqui grandiosamente grafado na pessoa do professor coordenador Odair Francisco. Agradeço, ainda, ao Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos UniFio, na pessoa do reitor Bianor Costa Colchesqui, que tanto incentiva seu corpo docente à busca pela melhoria constante e aprimoramento em metodologias e estratégias de ensino.

Aos colegas de turma da 3ª turma do Mestrado Profissional em Ensino do PPGEN-UENP, os quais lutamos juntos e compartilhamos vivências, sofrimentos, desencantos, conquistas e vitórias.

Gostaria de agradecer também a algumas pessoas que contribuíram de forma indireta para a aplicação do produto educacional, assim como ao pessoal que está a cargo do recebimento na secretaria do programa PPGEN, nos auxiliando quanto aos prazos e entregas necessárias.

"Cair é um acidente, ficar no chão é uma escolha”
Autor Desconhecido.

NARDOTTO, R.S. **A Química Verde e a Aprendizagem Significativa:** Um Processo Alternativo para aprender Química. 2020. 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2021.

RESUMO

A presente pesquisa partiu de questionamentos acerca da formação de estudantes dos cursos de Bacharelado em Ciências Biológicas, de como eles trabalham conceitos de Química na Educação Básica e principalmente, como a Química Verde pode contribuir significativamente como estratégia alternativa para a aprendizagem da Química. Dessa forma, analisou-se as possibilidades de ampliação deste conceito, contextualizando a aprendizagem da Química, como principal pressuposto teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. Utilizou-se a pesquisa qualitativa de forma a compreender noções dos estudantes acerca do conceito da Química Verde. Na intervenção metodológica, os resultados da aplicação da Sequência Didática desenvolvida foram categorizados à luz da Análise Textual Discursiva, para trazer as evidencias da aplicação e organizar o conhecimento baseados nos mapas conceituais. O público alvo da pesquisa foi o curso de Bacharelado em Ciências Biológicas de um centro universitário da cidade de Ourinhos. Assim, percebe-se que a proposta possibilitou aos participantes uma considerável organização das noções do conceito apresentado, por meio dos mapas conceituais, transcrições dos relatos e atividades práticas, evidenciando que a aprendizagem dos participantes tiveram relativa correlação com a literatura. Constatou-se ainda que, por meio da proposta, ocorreram indícios da aprendizagem significativa e ampliação no tocante ao mapeamento conceitual e a Química Verde nos estudantes envolvidos. Conclui-se assim, que a pesquisa cumpriu o seu papel, propiciando indícios de aprendizagem, com repercussão positiva dentro do *campus* promovendo uma emplementação de projeto integrador e discussões acerca do aprendizado em Química.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Formação Docente. Mapas Conceituais. Sequência Didática. Química Verde.

NARDOTTO, R. S. **A Química Verde e a Aprendizagem Significativa:** Um Processo Alternativo para aprender Química. 2020. 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2021.

ABSTRACT

The present research started from questions about the training of students in the Bachelor of Biological Sciences courses, how they work with Chemistry concepts in Basic Education and mainly, how Green Chemistry can contribute significantly as an alternative strategy for the learning of Chemistry. In this way, the possibilities of expanding this concept were analyzed, contextualizing the learning of Chemistry, as the main theoretical assumption the Theory of Meaningful Learning. Qualitative research was used to understand students' notions about the concept of Green Chemistry. In the methodological intervention, the results of the application of the Didactic Sequence developed were categorized in the light of the Textual Discursive Analysis, to bring the evidence of the application and to organize the knowledge based on the conceptual maps. The target audience of the research was the Bachelor of Biological Sciences course at a university center in the city of Ourinhos. Thus, the proposal enabled participants to considerably organize the notions of the concept presented, through conceptual maps, transcriptions of reports and practical activities, showing that the participants' learning had a relative correlation with the literature. It was also found that, through the proposal, there were signs of significant learning and expansion regarding conceptual mapping and Green Chemistry in the students involved. It is concluded, therefore, that the research fulfilled its role, providing evidence of learning, with positive repercussions within the *campus*, promoting an implementation of an integrative project and discussions about learning in Chemistry.

Key words: Concept Maps. Following teaching. Green Chemistry. Meaningful Learning. Teacher Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa Conceitual acerca do conceito Mapa Conceitual.....28
Figura 2 – Mapa conceitual acerca do conceito aprendizagem significativa.....29
Figura 3 – Cálculo do “Fator E” reacional.....42
Figura 4 – Lista de ações (E1).....82
Figura 5 – Lista de ações (E2).....84
Figura 6 – Lista de ações (E3).....85
Figura 7 – Lista de ações (E4).....86
Figura 8 – Mapa inicial (M1) do estudante (E1).....89
Figura 9 – Mapa final (M4) do estudante (E1).....90
Figura 10 – Mapa inicial (M1) do estudante (E2).....91
Figura 11 – Mapa final (M4) do estudante (E2).....92
Figura 12 – Mapa inicial (M1) do estudante (E3).....93
Figura 13 – Mapa final (M4) do estudante (E3).....94
Figura 14 – Mapa inicial (M1) do estudante (E4).....95
Figura 15 – Mapa final (M4) do estudante (E4).....96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Os 3Rs e suas aplicações 54
Quadro 2 – Quadro geral das atividades propostas 57
Quadro 3 – Marcações textuais da ATD.....68
Quadro 4 – Relação das atividades proposta no quadro 2 em relação a tipologia dos conteúdos, segundo a sistemática de Zabala (2010).....71
Quadro 5 – Relação da tipologia dos conteúdos e Mapas Conceituais..... 71
Quadro 6 – A aplicação das atividades enquadradas em Zabala (1998).....73
Quadro 7 – As atividades relacionadas aos princípios da Química Verde Q.V.....75
Quadro 8 – Codificação proposta dos princípios da Q.V. para a aplicação.....75
Quadro 9 – Abordagens utilizadas de cada intervenção.....79
Quadro 10 – Grupos dos mapas conceituais classificados no contexto do conceito Química Verde e a teoria da Aprendizagem Significativa.....87
Quadro 11 – Categorização da Sequência Didática proposta e as unidades de análises.....100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
IES	Instituição de Ensino Superior
Q.A.	Química Ambiental
Q.S.	Química Sustentável
Q.V.	Química Verde
Q.C.	Química Convencional
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UniFio	Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos
CMMA	Comissão Mundial acerca do Meio Ambiente e Desenvolvimento.
5Rs	Reciclar, Reduzir, Reutilizar, Reintegrar, Repensar.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19

2.1 UM OLHAR ACERCA DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES 19

2.2 A QUÍMICA PROPOSTA NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 21

2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 22

2.3.1 Mapas Conceituais Como Registro De Dados 26

2.4 A QUÍMICA VERDE EM CONCEITOS E PRINCÍPIOS 37

2.4.1 As Diferentes Fontes De Recursos Naturais Como Organizador Prévio 47

2.4.1.1 Reciclagem: o lixo como forma de biorremediação 49

2.4.1.2 Compostagem para a formação de biomassa 51

2.4.1.3 Biodigestor: uma forma de transformação de recursos naturais 53

3 UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA 54

4 PRODUTO EDUCACIONAL 59

5 ABORDAGENS METODOLÓGICAS 60

5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA 60

5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA 61

5.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA OS MAPAS CONCEITUAIS 62

5.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A DELIMITAÇÃO DAS CATEGORIAS 64

5.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A ANÁLISE DOS DADOS 65

6 ANÁLISE E RESULTADOS 70

CONSIDERAÇÕES FINAIS 101

REFERÊNCIAS 102

APÊNDICES 113

APÊNDICE A – TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 114

APÊNDICE B – Lista de ações antrópicas 117

ANEXOS 112

ANEXO A – Mapas conceituais intermediários dos Estudantes 119

1 INTRODUÇÃO

Percebe-se, nos dias atuais, uma preocupação crescente com os processos industriais danosos ao meio ambiente e ao ecossistema humano. Infere-se que essa ideia tem repercutido não somente na conduta das empresas, governos e sociedade de consumo, mas similarmente no ensino e na aprendizagem de Química.

Ações que dizem respeito à tecnologia limpa, prevenção de fonte primária e processos químicos ambientalmente benignos passaram a ser fomentadas por linhas de créditos e certificações de produção como a ISO (International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização), agregando inclusive valoração econômica e isenções fiscais aos produtos e serviços ao redor do mundo.

Assim, a demanda globalizada tem exigido uma resposta positiva acerca da preopação com o meio ambiente por parte da sociedade e do mercado. Essa inquietude reflete-se na forma de ensinar perfazendo à Química uma abordagem cada vez mais preocupada com a questão ambiental. A comunidade acadêmica adotou a expressão “Green Chemistry” sugerida pela IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) em 1997, e vem produzindo grande repertório de pesquisas ao tema em variadas aplicabilidades por meio de livros, literatura relativa à Química Verde Q.V., periódicos e publicação direta na internet.

O ponto de partida da pesquisa compreende as noções prévias dos estudantes a respeito da Q.V., avançando para atividades que favoreçam o reforço de conceitos subsunçores de conteúdos de Química, com conceitos mediados em diversas disciplinas do curso de ciências biológicas.

As atividades da Sequência Didática foram elaboradas de acordo com a tipologia dos conteúdos de Zabala (2010), onde o conceito de Sequência Didática visa à aprendizagem efetiva dos estudantes. Tal sequência é composta de conteúdos conceituais, relacionados aos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema; procedimentais, relacionados ao conhecimento de desenvolvimento executor dos estudantes; e atitudinais, relacionados ao conhecimento de postura dos estudantes perante o tema. Informações mais detalhadas a respeito da tipologia

dos conteúdos propostos encontram-se no terceiro capítulo desta pesquisa. Os dados foram analisados embasados na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e caracterizados por meio da tipologia dos conteúdos.

O interesse em realizar este estudo surgiu por meio da atuação do pesquisador como profissional de laboratório didático de Química e BioQuímica no Centro Universitário das Facudades Integradas de Ourinhos (UniFio), responsável por preparar aulas práticas dessas e de outras disciplinas, além de recentemente ter assumido de forma eventual a disciplina “Fundamentos de Química” do curso de bacharelado em Ciências Biológicas desta instituição de ensino superior (IES). Durante o exercício do trabalho, observou-se que nem sempre os professores que exercem docência nestas disciplinas apresentam a formação em Química.

Neste sentido, os desdobramentos dessa investigação nos possibilitaram a inserção de conteúdos de Química de forma contextualizada e voltados à ação docente, propiciando aos estudante uma experiência de mais consciente e significativa.

A aplicação desta Sequênca Didática serviu como uma estratégia alternativa para parte de professores interessados em articular o conteúdo da Q.V. em suas aulas. Ancorado a esta ideia surge a questão: A Química Verde pode contribuir significativamente como estratégia alternativa na aprendizagem da Química?

Essa preocupação é expressa de forma concisa mediante buscas a respeito do ensino do conceito da Q.V como estratégia norteadora para a aprendizagem. Para isso, foram pesquisados 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.

A partir da revisão sistemática de literatura, identificou-se que a produção científica disponível em língua portuguesa referente ao ensino e estratégias para aprendizagem com o apoio no conceito e princípios da Q.V. é muito escassa.

Como parte desta pesquisa foi realizado uma revisão sistemática. Com o intuito de levantar informações acerca da produção científica realizada no Brasil acerca da Química Verde. Foi realizado uma Revisão Sistemática de

Literatura de Kitchenham et al.; Pai et al. (2004), no período de 2002 a 2018 e como indica Kitchenham et al.; Pai et al. (2004), elencamos perguntas a serem respondidas pela revisão sistemática, **Q1:** Quais as publicações a respeito do conceito de Química Verde?, **Q2:** Dentre as publicações apresentadas quais são de restrita área de conhecimento de ensino e educação?, **Q3:** Quais as publicações que apresentam estratégias sustentáveis abordando o conceito de Química verde?

Em virtude disso, para abranger as perguntas direcionadas por esta revisão, os dados indicados foram observados em duas plataformas: a primeira pesquisa foi no Banco de Teses e Dissertações da CAPES[1] e a segunda pesquisa visou identificar os periódicos que estão no índice restrito da área de Ensino e Educação (A1, A2) na plataforma Sucupira. A seleção dos periódicos de revistas foi feita por meio do site Periódicos CAPES – Quadriênio 2013-2016; o período aceito de busca foi de 2002 a julho de 2018; teve como critério de inclusão a leitura dos títulos em que houvesse a palavra chave “Química Verde”, todas as pesquisas foram feitas levando-se em consideração o título do trabalho, as palavras chave e os resumos, nas duas plataformas, e assim, indicando as produções científicas que mostravam o uso deste conceito em seu contexto.

Os critérios de exclusão, foram as publicações que não eram de cunho pedagógico aplicável em sala de aula. A pesquisa realizada na plataforma Sucupira Qualis Revistas no quadriênio 2013-2016[2].Foi possível observar que em termos quantitativos, este resultado levou em conta a distribuição dos trabalhos em características quanto ao título, resumo e palavras-chave, analisando 1123 artigos, dos quais apenas 22 destes, abordam a temática do ensino de Química por meio dos pilares da Química Verde. Na sequência, segue a análise de alguns dos citados anteriormente.

Prado (2003), trabalha a prática de uma Química amiga do ambiente é apresentada para melhorar a economia da Química na fabricação e para melhorar a imagem muito manchada da Química apresentando as possibilidades de aplicação nas explicações de conceitos clássicos com exemplos do cotidiano.

Lenardão (2003), neste artigo o autor discute os fundamentos da

[1] https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/

[2] https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/

Química verde, além de um breve histórico sobre seu surgimento e desenvolvimento, mostrando ainda aplicações no ensino e na pesquisa básica em Química.

Afonso (2008), realiza um estudo a respeito do perfil dos alunos antes e depois de trabalhar no curso “Laboratório Tratamento de Resíduos Químicos” na Universidade Federal do Rio de Janeiro, assim como, também descreve a estrutura do curso da UFRJ. Embora os alunos tenham demonstrado uma experiência anterior crescente em gerenciamento de resíduos, apresentam dificuldades no quesito à descarte e legislação ambiental.

Maria (2009), propõe um experimento para laboratório interdisciplinar para os alunos do 3º ano das licenciaturas em Química e em Química Industrial na Faculdade do Porto em Portugal.

Sá (2012), exibe e trabalha o conceito introdutório da teoria de Mannich e Biginelli com reações multicomponentes em um curso prático de Química Orgânica. Os Procedimentos descritos na literatura foram necessárias adaptações para uso disponíveis em laboratórios de graduação com base nos princípios da Química verde.

Gonçalves (2011), promove um encaminhamento de uma revisão epistemológica e ambiental focada apenas acerca da experimentação em sala de aula no ensino superior, por professores de Química. Investigando formas e destacando características metodológicas relevantes que podem ser incorporadas em experimentos. Com base na análise das sugestões para novas pesquisas.

Desse modo, encaminhamentos futuros, tenciona-se desenvolver novas sequências didáticas a fim de auxiliar o árduo trabalho do professor e de propor expectativas significativas de aprendizagem.

Evidencia-se, dessa forma, a carência de pesquisas na área de Ensino ligadas à Química Verde, na formação do estudante e futuro professor da área biológica, especialmente naqueles que se referem aos conceitos contemporâneos de Química, ligados às discussões da Química e o meio ambiente, como Química Ambiental e Química Verde, os quais esse futuro profissional desenvolverá no exercício do seu magistério.

É papel do ensino estimular a superação por meio do exercício da curiosidade, instigando a observação, questionamentos, elaboração de hipóteses e,

principalmente, capacitar o discente a criar possibilidades de produção individual. Assim, essa revisão tem como razão fomentar a inquietação acerca da estratégia alternativa e da utilização do conceito da Química Verde como encaminhamento metodológico.

Neste contexto, pensando em proporcionar conhecimento relevante para os estudantes, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de conectar o ensino com materiais reutilizáveis que são encontrados no cotidiano dos estudantes, para que despertem nestes jovens a relevância da Química Verde na aprendizagem, com pressupostos na teoria da Aprendizagem Significativa e na estruturação da tipologia de Zaballa.

Em virtude dessas considerações, a seguir serão apresentadas todas as subdivisões propostas para essa dissertação.

Este trabalho é composto por esta introdução, acrescido de quatro capítulos, um esquema geral da sequência didática (produção técnica educacional) que será apresentada detalhadamente em outro material, com versão online.[3]

No segundo capítulo, discutem-se questões acerca da formação inicial de professores, a Química proposta para o curso de Ciências Biológicas: as contribuições da Aprendizagem Significativa e do mapeamento conceitual; a Química Verde como conceito e seus princípios; as diferentes fontes de recursos naturais; os processos de reciclagem; compostagem e biodigestão anaeróbica e o papel desta produção técnica educacional.

No terceiro capítulo, é descrita a proposta da Sequência Didática a ser aplicada e no quarto capítulo as abordagens metodológicas adotadas para a elaboração, aplicação e avaliação do produto educacional bem como sua sistematização.

No quinto capítulo, faz-se uma síntese do Produto educacional e, por fim, no sexto capítulo, apresenta-se a análise dos resultados, assim como as considerações, desenvolvimentos e limitações acerca dos resultados obtidos por essa pesquisa.

[3] Versão disponível no endereço <http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino>, além da lista de referências, apêndices e anexos. Para maiores informações, entre em contato com o autor pelo e-mail: rafaelsantosquimica2012@gmail.com.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 UM OLHAR ACERCA DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

A aprendizagem pautada em estratégias tradicionais promove um aprender predominantemente informativo, não permitindo uma apreensão significativa. Em contraponto, observam-se alguns avanços, com propostas de ensino mais práticas. Como exemplo, temos o ensino por meio de situações problemas e/ou estudos de caso, ou ainda, por meio de mobilização e movimentação do discurso científico. Contudo, no que diz respeito ao Ensino de Química e sua aprendizagem, percebe-se uma predominância de situações de ensino e de aprendizagem consideradas passivas (CARVALHO, 2007).

Uma pesquisa recente demonstra que estudantes que foram expostos a determinados conteúdos de método passivo ou tradicional, ao longo do tempo esqueceram-se dos conceitos fundamentais de forma mais intensa do que os estudantes em que transcorreram por metodologias práticas de ensino (FRANKLIN et al, 2014).

Nesse mesmo sentido, é importante lembrar que a função docente envolve um conjunto de saberes entrelaçados, não apenas múltiplos, mas muitas vezes contraditórios e diversificados, “várias coisas que se produzem em diferentes níveis de realidade: físico, biológico, psicológico, simbólico, individual, social etc.” (TARDIF e LESSARD, 2008, p. 43).

As atividades docentes exigem tempo, dedicação e engajamento, somando-se a tudo isso o fato de cada interação docente com os estudantes ser uma experiência quase sempre delicada, por causa da individualidade inerente ao estudante e ao educador.

Tardif e Lessard (2008) promovem uma definição a respeito do trabalho docente e essa mudança constante na rotina desta profissão, com momentos ora amenos e ora de tensões, valores profissionais, relações de poder e recursos necessários e/ou disponíveis:

> Cujo produto ou objeto sempre escapa, em diversos aspectos, à ação do trabalhador, enquanto o mesmo não acontece em muitíssimas outras atividades nas quais o objeto de trabalho (a matéria inerte, o artefato, o

> serviço oferecido, o produto, etc.) fica inteiramente submetido à ação do trabalhador, que o controla como quer (TARDIF e LESSARD, 2008, p. 43).
>
> [...]Esse lugar também é o produto de convenções sociais e históricas que se traduzem em rotinas organizacionais relativamente estáveis através do tempo. É um espaço socio organizacional no qual atuam diversos indivíduos ligados entre si por vários tipos de relações mais ou menos formalizadas, abrigando tensões, negociações, colaborações, conflitos e reajustamentos circunstanciais ou profundos de suas relações (TARDIF e LESSARD, 2008 p. 55).

Segundo Morin (2004), ao olharmos o profissional docente, veremos que ele sempre procurará apoiar-se em elementos que mais se aproximem da sua maneira de pensar.

Nesse sentido, o educador deve promover uma busca por novas estratégias de ensino, correlacionadas tanto com o modo interior, tanto com o mundo à sua volta. Os resultados obtidos acerca dessa forma de encarar o ensino e a aprendizagem são bem significativos, conforme aponta Araújo (2000):

> [...] A maneira de encarar a escola se transforma, os fenômenos passam a ser encarados sob uma outra perspectiva. Sabe-se, no entanto, que a maior dificuldade encontrada por professores e profissionais da educação é justamente mudar sua forma de pensar. Mas, uma vez superada essa dificuldade inicial, ainda que os novos caminhos que se descortinam não se apresentem como mais fáceis, o que seria contraditório com a própria complexidade, torna-se possível perceber outras dimensões da realidade (ARAÚJO, 2000, p. 94).

Diante do exposto, a promoção das didáticas que contribuem para esse pensamento, desde a formação inicial, fará com que o futuro profissional formador repense sempre que possível a própria prática docente. Por semelhantes razões, é preciso repensar o papel do docente, mesmo quando em curso de bacharelado. Segundo Libâneo (2008):

> A didática se caracteriza como mediação entre as bases teórico-científicas da educação escolar e a prática docente. A didática opera como uma ponte entre o que será ensinado e o meio para promover o ensino no processo pedagógico escolar (LIBÂNEO, 2008 p. 28).

Em seguida, esclareceremos como geralmente é a Química proposta nos cursos de bacharelado em Ciências Biológicas, bem como meios para promover uma nova abordagem.

2.2 A QUÍMICA PROPOSTA NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

A ação didática provém sempre de como são planejados os conteúdos de determinados conhecimentos, relacionando-os e sistematizando-os, de modo a conectá-los aos saberes experienciais dos educandos (ZABALA, 1998).

Leal (2001 e 2009) observa que a organização disciplinar da Química como se dispõe hoje, como as divisões propostas por conteúdos se tornou a base do ensino contemporâneo. Por essa razão, Edgar Morin defende uma posição radical em relação ao ensino disciplinar alertando que as disciplinas não têm uma epistemologia de ensino, uma vez que dentro do arquétipo teórico disciplinar por si mesmo não se é possível romper com o ensino por disciplina.

> A organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolveu-se depois, no século XX, com o impulso dado à pesquisa científica; isto significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento etc.; essa história está inscrita na história da sociedade. (MORIN, 2003, p. 105).

Nessa mesma perspectiva, sobretudo para o ensino superior, o entendimento epistemológico da Biologia tem uma questão que deve ser lembrada: a criação de uma disciplina, em 1988, por parte da Universidade Federal da Bahia, que visava dar um aporte histórico ao profissional em formação do curso de bacharelado em Ciências Biológicas, bem como um questionamento epistemológico da Biologia (HANI et al, 2004).

O acesso ao conhecimento proporcionado ao estudante pela alfabetização científica é o meio para conseguir o entendimento adequado de um conceito, requerendo assim um processo chamado “socialização das práticas científicas” em suas particularidades de pensar e ver o mundo (HANI et al, 2004).

Conforme Mortimer (1995), a aprendizagem dos conceitos relacionados às Ciências ocorre por meio do envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento. Aprender Ciências envolve a iniciação dos estudantes em uma nova maneira de pensar e explicar o universo, que é totalmente diferente daquelas disponíveis no senso comum. Neste processo de pesquisa, outros autores dedicaram seus estudos ao ensino e aprendizagem, assim como Leontiev (1978) e

Davydov (1972 e 1988), no campo da Teoria da Atividade; de Galperin (1959, 1986), com a Teoria da Assimilação por Etapas das Ações Mentais; e posteriormente a noção de Perfil Conceitual proposta por Mortimer (1995,1996, 2000) conforme já citado anteriormente.

Assim, não é estranha a compreensão nem a ideia de entendimento ser individualizada, e que é dever do profissional docente propiciar o maior número de facetas possíveis de um mesmo conceito, conforme salienta Bachelard:

> Um único conceito isolado é suficiente para dispersar as filosofias e mostrar que elas são incompletas por estarem apoiadas num único aspecto, por iluminarem apenas uma das facetas do conceito (Bachelard, 1994 apud Mortimer 1996, p. 26).

Consequentemente, à luz dos argumentos apresentados, escolheu-se como encaminhamento metodológico apoiar a proposta numa abordagem baseada nos pressupostos da Teoria da aprendizagem significativa.

2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

David Paul Ausubel, psicólogo cujos estudos foram voltados à educação, propôs a teoria da Aprendizagem Significativa em meados da década de 60, priorizando os conceitos aprendidos de forma a auxiliar e adequar a informação recebida.

Essa 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. A 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 (AUSUBEL, 1980).

Sob o entendimento ausubeliano, a aprendizagem somente pode ser considerada significativa quando o estudante consegue relacionar a nova informação ou o novo conhecimento apresentado com os conhecimentos prévios existentes na sua rede cognitiva (AUSUBEL, 1980).

Os estudos a respeito do desenvolvimento cognitivo vêm desde Piaget, que afirma que o desenvolvimento da criança é uma “construção” por reequilibrações e reestruturações continuadas e sucessivas, e a aprendizagem provém da acomodação desta nova informação (MOREIRA, 2011).

Conforme exposto por Prass (2012), Ausubel agrupa informações importantes acerca do comportamento humano, ora aproximando-se de Vygotsky, ora aproximando-se de Piaget, sem que esses dois outros autores influenciassem definitivamente sua própria concepção do conhecimento aprendido, observando a relação diária de sala de aula.

Segundo Prass et. al (2012, p. 23),

> Ausubel tem propostas que em alguns pontos se assemelham das de Piaget, mas em outros se afastam bastante. Diferentemente de Piaget, cujo foco principal de pesquisa não era a aprendizagem que ocorria na sala de aula, Ausubel concentra-se principalmente numa proposta concreta para o cotidiano acadêmico.

Ausubel, em sua obra Psicologia Educacional (1980), mostra essa acomodação como “ancoragens” das novas informações aos pré-existentes do educando, e ainda Joseph Novak (2010), ao propor o mapa conceitual, traz como trunfo essa ferramenta como um facilitador da aprendizagem significativa.

Nessa perspectiva, a teoria de Ausubel traz um aporte relevante no que se refere à aquisição de novos conhecimentos.

> A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa. Ou seja, a emergência de novos significados no estudante reflete o complemento de um processo de aprendizagem significativa (AUSUBEL et al,1980, p.34).

De acordo com a teoria cognitiva, que determina de que forma o conhecimento é organizado no sistema cognitivo humano, a diferenciação progressiva ocorre quando as informações mais inclusivas e mais complexas no sentido explicativo ocupam uma posição de ápice, englobando progressivamente as ideias menos inclusivas. Já a reconciliação integrativa estabelece conexões de transversalidades, ligando ideias semelhantes assim como suas diferenças, e essas conexões não são apenas dentro de uma mesma disciplina.

O contato com essa nova informação ocorre no que Ausubel chama de recepção, ou por descoberta. Ele defende que o principal meio de desenvolvimento de aprendizagem significativa é por recepção, não pela descoberta. Afirma ainda que a aprendizagem significativa por recepção não é um processo passivo, muito pelo contrário, é um processo ativo, que exige ação e reflexão do aprendiz e que é facilitada pela organização cuidadosa dos conteúdos e das estratégias de ensino, ou chamadas metodologias de ensino.

Dessa forma, Ausubel et al (1980) estabelecem as condições em que essa aprendizagem significativa por recepção pode ocorrer, dando especial importância ao papel da linguagem e da estrutura conceitual das matérias, bem como aos conhecimentos e competências que o estudante já possui. Esse conhecimento prévio é, para Ausubel, o fator determinante e/ou limitante do processo de aprendizagem, em que desta forma o aprendiz, quando da ausência de algum subsunçor deve ser interpelado por organizadores prévios, com o intuito de expor de forma gradativa e organizada alguma introdução ao conceito fundamental e mais amplo. Segundo a teoria de Ausubel, subsunçor é o conhecimento prévio acerca de determinado conteúdo.

Para Ausubel et al, 1980 a aprendizagem significativa por recepção exige que o mecanismo seja, antes de tudo, de forma significativa para o aprendiz, mas para que essa situação de aprendizagem seja satisfeita, são implicadas duas condições: primeiro, é necessária a apresentação de um material potencialmente significativo ao discente.

Um material potencialmente significativo pressupõe que esteja relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível, não aleatória e não literal) com a estrutura cognitiva, em outras palavras, que possua um significado “lógico” para o aprendiz. Neste ponto, ocorre a apresentação da segunda condição: para que o material seja potencialmente significativo, é necessário que a estrutura cognitiva particular de cada aprendiz contenha ideias ancoradas (conexões) relevantes, com as quais se possam relacionar ao novo material (AUSUBEL et al,1980).

Essa interação entre os novos significados potenciais e as ideias relevantes no cognitivo do aprendiz dá origem a significados psicológicos e ampliados modificando inclusive a rede estrutural original de interação já existente.

A questão central, portanto, deve-se ao ponto de que devido à estrutura cognitiva de cada discente ser única, todos os novos significados adquiridos são, de fato obrigatoriamente únicos (MOREIRA, 2011).

Entende-se, assim, que na aprendizagem significativa não há a aplicação de material significativo, mas apenas a apresentação de material potencialmente significativo, na qual este faz parte do mecanismo de aprendizagem significativa, e cada um de seus componentes permeiam os estágios da aprendizagem, podendo apresentar características ora significativas, ora de forma literal, ora não (AUSUBEL, et al,1980).

Ausubel traz uma concepção substantiva de que essa incorporação à estrutura cognitiva de uma nova informação pode apresentar de diferentes maneiras, como símbolos ou grupo de símbolos, assim dependendo apenas de um contexto específico e particular não arbitrário para cada indivíduo (MOREIRA, 2011).

Quando esta é 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 ou momento de aprendizagem não se trata de uma dicotomia, mesmo porque as duas formas ou maneiras de condução do processo de aprendizagem permeiam-se entre si de maneira nébula e continuada (AUSUBEL et al,1980).

Dessa forma, pode-se entender que há um processo de retenção e assimilação, proposto por Ausubel, onde 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 et al, 1980, p. 137).

O processo de assimilação e retenção da informação é discutido por Ausubel em sua obra de mesmo título e mostra as fases do processo cognitivo pela qual a nova informação apresentada, passa por semirreações 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, 2003, p. 8).

Segundo Ausubel (2003), ao longo do tempo quando a dissociabilidade chega a um ponto crítico, ocorre o esquecimento gradual em relação às ideias ancoradas. Este esquecimento é a chamada por Ausubel de fase obliteradora da assimilação. Tanto na fase de assimilação inicial quanto na fase de retenção esquecimento o que fica na estrutura do aprendiz são subsunçores modificados e estáveis, assim os novos conhecimentos sofrem uma estabilização por meio da ligação e está relacionada às ideias estáveis.

> Assim, na aprendizagem significativa, igualmente ocorre obliteração, porém quando a aprendizagem se dá de forma significativa há uma retenção maior do conhecimento e o “acesso” dessa informação em momento posterior, ao longo da trajetória estudantil, é sempre de forma mais facilitada (AUSUBEL, 2003, p. 9).

Em consonância, veremos a seguir um instrumento facilitador da aprendizagem significativa, o mapeamento conceitual, este apresentado nesta pesquisa como forma da coleta de dados conceituais.

2.3.1 Mapas Conceituais Como Registro De Dados

Os mapas conceituais podem ser definidos como um conjunto de conceitos num emaranhado de proposições. As proposições são partes integrantes e indispensáveis dos mapas conceituais. Os mapas conceituais diferem especificamente dos esquemas apresentando três elementos principais: conceito inicial + termo de ligação (proposição) com a presença explicita de um verbo + conceito final. Conceito é justamente o que confere a assinatura fundamental ao mapa conceitual. É uma forma de representar graficamente os conceitos de um determinado ramo de conhecimento (NOVAK, 2010).

Desse modo, salienta Bernardelli (2014):

> 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 (BERNARDELLI, 2014, p. 28).

O processo hierárquico do mapa conceitual significa que alguns subsunçores que são mais gerais, mais inclusivos do que outros, abrigam-se na região mais superior ou de maior complexidade; à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a estrutura cognitiva vai ajustando e mudando os entrelaces. Essa reorganização estrutural é quem faz as alterações na estrutura cognitiva para um determinado entendimento do conteúdo (MOREIRA, 2011).

Para Ausubel (2003), o princípio da diferenciação progressiva é como uma hierarquização dos conceitos, sendo uma construção desde os conceitos mais gerais até a relação com os conceitos mais especificados, já a reconciliação integrativa, compreende uma organização transversal incorporando ideias recentes às ideias anteriormente aprendidas, assim dando um caráter de complexidade e complementando-as.

> [...] a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão (AUSUBEL, 2003 p. 166)
> [...] a capacidade de discriminação das diferenças entre os novos materiais de aprendizagem e ideias aparentemente análogas, mas frequentemente conflituosas, na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003 p. 170).

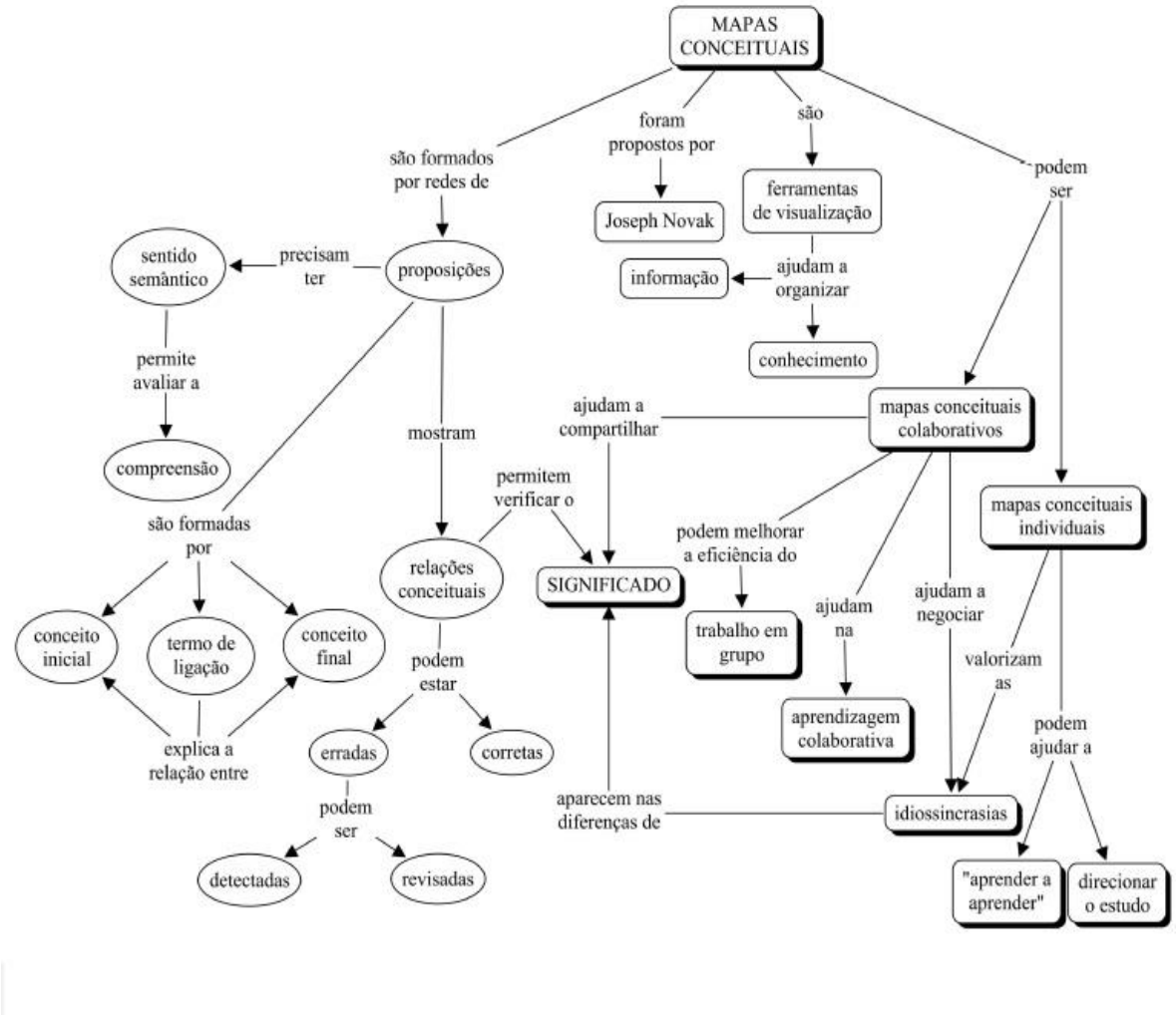
Segundo Silva (2015), os mapas conceituais surgem com a proposta de aprendizagem e não ensinamento, o que rompe com a estrutura conservadora aplicada no ensino no país. Por igual razão, os mapas conceituais são um recurso didático que se mostrou ao longo de estudos, como os de Novak (2010) e de Oliveira (2012), como uma ferramenta de fixação e para a intervenção do professor em aulas teóricas e nas atividades práticas.

O mapa conceitual, apesar de sua aplicação ocorrer principalmente no âmbito educacional, começou a ser introduzido em áreas da ciência diversas pela sua aplicabilidade em promover uma aprendizagem significativa (NOVAK, 2010).

> 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 (BERNARDELLI, 2014, p. 26).

Os mapeamentos conceituais dessa maneira têm a característica de facilitar a regulação do processo ensino e aprendizagem, um conjunto das operações metacognitivas do alunado, de suas interações entre si, com o meio, que modificam seus processos de aprendizagem, e os modificam como sujeitos, no sentido de um objetivo definido de domínio (Perrenoud, 1999). Dessa forma, apresenta-se a seguir um exemplo de mapa conceitual acerca do conceito mapa conceitual.

Figura 1: Mapa Conceitual acerca do conceito Mapa Conceitual:



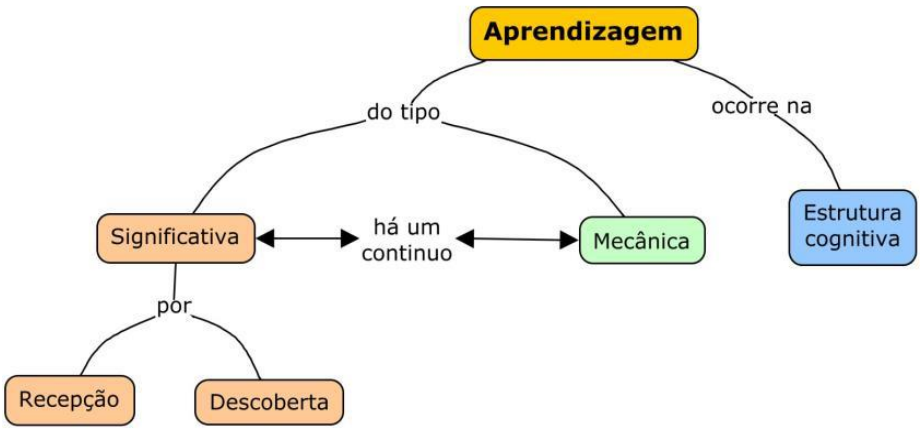
Fonte: CORREA (2010 p. 04) Mapa conceitual sobre a pergunta focal: O que é um mapa conceitual.

É possível observar como os conceitos estão distribuídos e correlacionados entre si, formando um verdadeiro mapa. Um mapa conceitual possui diversas utilidades práticas, destacando-se a avaliação de um conhecimento adquirido pelo educando, não estando, portanto, mais próximo da apresentação de um conhecimento novo a este estudante.

Esse processo aqui demonstrado deve ser sempre o mais preciso e claro possível. Segundo Moreira (2011), a teoria da assimilação apresentada em Ausubel (1980) baseia-se em um processo que ocorre quando um conceito potencialmente significativo é assimilado sob um conceito pré-existente na estrutura cognitiva. Nesse sentido, a nova informação que foi adquirida e o conceito subsunçor já existem estão em constante modificação devido a essa interação.

Segundo Silva (2017), pode-se estabelecer essa correlação da seguinte forma:

Figura 2: Mapa conceitual acerca do conceito aprendizagem significativa.



Fonte: SILVA (2017 p. 7) Mapa conceitual da aprendizagem.

Os mapas conceituais não devem ser confundidos com mapas mentais, que são associativos, mas não contêm conceitos, e sim ideias associativas, ou quadros de sinais e diagramas classificatórios. A confusão entre mapa mental e mapa conceitual se dá geralmente porque os conceitos chave são comumente apresentados em círculos, retângulos, elipses ou outras formas geométricas, porém a principal diferença entre o mapa conceitual e o mapa mental se dá pelo último não apresentar proposições entre os conceitos como no mapa conceitual (MOREIRA, 2010).

> Entretanto, a apresentação hierarquizada de conceitos mais abrangentes ou gerais alocados na parte superior em formas mais inclusivas como círculos, as ideias mais específicas, pouco abrangentes, em formato de retângulos na parte inferior, encerram por ser uma estratégia de confecção de mapas conceituais de melhor entendimento (MOREIRA, 2010, p. 34).

Além disso, conforme observa Moreira:

> As linhas de ligação entre um conceito e outro, dentro do mapa, são de suma importância, são a característica base dos mapas conceituais, chamadas proposições, pois representam um entendimento de quem o fez, mas o tamanho e a forma destas são, a priori, subjetivos, servindo para dar um sentido de direção a determinados conceitos, mas obrigatoriamente (MOREIRA, 2010, p. 35).

Não há regras gerais fixas para a sua construção, mas formas geométricas e linhas de ligação ou setas podem ajudar em uma intervenção ou alguma situação em sala de aula. A questão mais importante é evidenciar que dois conceitos mais a palavra chave sobre as linhas evidenciam o significado da relação. Essa relação, porém, não é autoexplicativa, é necessário que a explicação seja feita por quem confeccionou o mapa, por meio dela é que se denota o significado (MOREIRA,2010).

> O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso, pode usado em diversas situações, para diferentes finalidades, tais como, instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 16).

Mapas conceituais podem ser utilizados de forma a direcionar o conteúdo, principalmente na junção dos currículos experimentais e currículos teóricos propostos no plano político curricular, servindo de meio e veículo para aprendizagem. Entendendo o currículo como agregação de conhecimentos, a análise dele obviamente será a expressão da análise desses conhecimentos. Desse modo, assim quanto mais utilizarem do mapa de conceitos para integrar, analisar e diferenciar, melhor utilizarão este como recurso de aprendizagem.

> Da mesma forma, os mapas conceituais podem servir de instrumento avaliativo, a fim de obter uma visão da organização conceitual. De fato, retrata uma estratégia não convencional, e por tais razões é que pode apresentar importantes vertentes acerca da aprendizagem formativa desse alunado, buscando as informações sobre a relação entre os conceitos mostra as lacunas, acertos ou erros estratégicos de ensino, inclusive a visão do estudante acerca do conteúdo e aprendizagem (SILVA, 2017, p. 12).

Em nenhum momento Ausubel cita o mapa conceitual em sua teoria de aprendizagem. Contudo, logo após ser proposto por Novak, o mapa conceitual demonstrou estreita relação com a aprendizagem significativa, por ser uma estratégia facilitadora da aquisição e construção de significados.

> Entretanto, não se pode confundir uma concepção com outra, devido ao fato de ser mais uma estratégia pedagógica, que se mal aplicada, pode implicar em uma relação puramente memorística e mecanizada (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 23).

Logo, pode-se notar a idiossincrasia apresentada pelo mapa conceitual. Os mapas conceituais são pessoais, e assim, portanto, não há como indicar uma situação de "mapa errado" ou "mapa correto". O que é de fato relevante é se o discente apresenta uma relação significativa do conteúdo. Dessa maneira, o docente "deve apresentar um mapa conceitual **para** esse conteúdo e não um mapa conceitual **desse** conteúdo"[4] (MOREIRA, 2010, p. 20).

> Vale ressaltar que alguns mapas podem apresentar uma construção significativamente pobre, o que implica que não ocorreu a compreensão devida ou esperada. Ainda é importante observar que o arranjo cognitivo é dinâmico, portanto, apontará fortes diferenças em relação ao momento pedagógico em que o estudante o tenha confeccionado (SILVA, 2017, p.11).

Assim, não há como avaliar por meio de mapa conceitual sem que ocorram as entrevistas, que são as explicações de cada estudante ou grupo de estudantes que construíram os mapas. A avaliação de mapas conceituais deve ser qualitativa, ao invés da preocupação em atribuir uma nota, um valor numérico, como um teste de múltipla escolha. Devem-se interpretar as informações fornecidas pelo estudante, quer sejam orais ou escritas, procurando obter evidências da aprendizagem significativa (MOREIRA e MASINI, 2001).

Esse processo avaliativo é de fato outra vertente, pois não se encaixa na apresentação convencional, em o professor não deixa muito espaço para interpretações pessoais dos estudantes. Os mapas conceituais requerem, portanto, outro foco no que concerne o ensino e aprendizagem, requer tanto do docente

[4] Grifo nosso: O autor traz um entendimento ausubeliano de conteúdo, evidenciando a relevância do quê esse estudante já conhece daquele conteúdo.

quanto do discente um novo entendimento dos processos de ensino e aprendizagem.

> Para aproveitar esse recurso em sala de aula, deve-se incluí-lo numa perspectiva construto interacionista tendo em mente que o importante no processo da confecção de mapas conceituais é o meio e não o produto (SILVA, 2017, p. 28).

Segundo Moreira (2010), os mapas conceituais são instrumentos metacognitivos, e dentro dos encaminhamentos metodológicos recentes, é talvez aquele com maior ênfase no que a teoria ausubeliana tratava como significativo, o conceito.

No que concerne ao mapeamento como coleta de informações acerca da compreensão dos conceitos, pode observar-se de uma prova a função de às vezes apenas mostrar o olhar do professor acerca do conteúdo apresentado ou estudado. Sendo assim, em muitos casos não se mostra os vários caminhos que o estudante pode percorrer para aprender um determinado conceito ou conteúdo (NOVAK; GOWIN, 1996).

O mapa conceitual pode criar a oportunidade para essa participação ativa do estudante e permite operacionalizar uma avaliação formativa, contínua e sistemática. O processo avaliativo por meio de mapa conceitual é mais humano, primeiramente porque o estudante constrói o seu próprio caminho de entendimento, de conexões, guiado pelo profissional docente, e em segundo lugar, porque a interação entre alunado e professor possibilita que ambos visualizem o processo de ensino e de aprendizagem (NOVAK; GOWIN, 1996).

Essa concepção do entendimento humanizado de ensino, em que se pretende apontar adjetivos de sentimento ao processo de ensino e de aprendizagem foi justamente a contribuição de Joseph D. Novak (1984,1996). A teoria da aprendizagem de Ausubel, em que Novak é coautor da segunda edição da obra *Educacional psychology: a cognitive view* (1978, 1980, 1983), durante vários anos refinou, testou e divulgou a teoria da aprendizagem significativa por meio da interação humana, utilizando como instrumento facilitador o mapa conceitual ou mapa de conceitos.

Novak (1996) apresenta um alargamento no sentido da teoria de aprendizagem, entendendo que para se falar de uma teoria educacional deve-se

lembrar que ao se tratar de indivíduos humanos, esses pensam, sentem, agem e essa teoria educacional deve, portanto, ajudar a melhorar as maneiras pelas quais as pessoas fazem isso.

A ideia humanista de Novak buscou se ancorar na ideia de lugares comuns da educação proposta por Schwab (1973), e posteriormente ampliada por Novak. Ainda em Schwab (1973), qualquer fenômeno educativo envolve diretamente quatro elementos aprendiz (aprendizagem), professor (ensino), matéria de ensino (currículo) e matriz social (meio contexto).

Assim sendo, em um momento pedagógico, de alguma maneira alguém (aprendiz) aprende algo (adquire conhecimento), interagindo (trocando significados) com alguém (professor) ou com algum material (um livro, uma vídeo aula, um programa de computador, por exemplo) em um contexto (em uma escola, uma sala de aula, em casa, numa sociedade). A estes quatro elementos, aprendiz, professor, matéria de ensino e contexto, Novak acrescentou mais um quase sempre presente nos eventos educacionais: a avaliação. “A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento (empowerment) humano” (NOVAK, 1996, p. 15).

Ao analisar o processo avaliativo, vê-se que ele está geralmente polarizado por provas e exames, que comumente é o foco do sistema educacional nesse quesito. Ele é centrado nos percentuais de aprovação e reprovação, caracterizando uma verdadeira pedagogia examista que se sobrepõe à pedagogia do ensino e da aprendizagem.

> O mapa de conceitos, contudo, propõe sair desse paradigma, o ensino assim passa a ter caráter desafiador. Para tanto, é indispensável que as aulas sejam, sobretudo, capazes de suscitar, encantar, despertar o interesse e a vontade de estudar (NOVAK, 1996, p. 12).

Desse modo, a avaliação passa a ser parte integrante desse processo de ensino e de aprendizagem. Os assuntos abordados passam também a ter novas relações, principalmente porque o instrumento de avaliação não é um modelo pronto e acabado.

> Ressalta-se a importância dos momentos pedagógicos de ensino, aprendizagem e avaliativo não serem momentos didáticos separados, mas em conjunto (NOVAK, 1996, p. 21).

Conforme acena Paulo Freire:

> O processo de ensino e aprendizagem deve ser encarado com ânimo, reverberar 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. 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).

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

Essa preocupação em sempre produzir concepções novas acerca do processo está presente em Piaget, que afirma a respeito da importância de repensar a aprendizagem, o conteúdo e as estratégias ou metodologias de ensino:

> A primeira que aparece particularmente indispensável, consiste na previsão de programas mistos, incluindo horas de ciências (o que aliás já está em uso), durante as quais, porém, o estudante possa entregar-se a experiências por conta própria, e não determinadas em pormenores. A segunda solução (que nos parece dever ser acrescentada à outra) volta a dedicar algumas horas de psicologia (no quadro da filosofia ou da futura epistemologia geral) ou experiências de psicologia experimental ou psicolinguística etc. (PIAGET, 1973, p. 28).

Por iguais razões, a avaliação tende a ser uma análise da produção escrita que não vise a atribuição de uma nota ou um conceito correto ou errado, e sim a aquisição de informações que permeiem uma noção do todo ocorrido nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como uma tomada de decisão de modo a auxiliar tanto professor quanto estudantes a organizar e nortear seus trabalhos, intervindo ou não.

O ponto de proximidade entre os pensamentos de Piaget e Ausubel dá-se pelo fato de Piaget assertivamente apontar que a construção do conhecimento acontece internamente, e que esse aprendiz não recebe tal conhecimento pronto e acabado, sendo necessário um determinado desequilíbrio inicial desde a assimilação até chegar à completa acomodação em seu sistema cognitivo.

Conforme observa Piaget (1988, p. 66), “as melhores aulas continuarão sendo letra morta se não se apoiarem sobre a própria experiência,

assim como a inteligência das leis da física é impossível sem a manipulação de um material concreto".

Quanto a isso, Ausubel (1980, p. 138) afirma que "o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo". Nesse sentido, trazendo um contexto de Estratégia, essa pode ser definida como: "a arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou a arte de explorar as condições favoráveis que desfrute alcançar determinados objetivos estabelecidos" (HOUAISS, 2001, CD ROM). Assim sendo, o meio torna-se mais inflexivo e perspicaz na tarefa de promover aprendizagem efetiva, utilizando-se as estratégias mais eficazes (PIAGET, 1988).

Não obstante, a prática autoritária da avaliação da aprendizagem, em todos os níveis de ensino encontra-se atrelada a um pensamento celetista, examista (PERRENOUD,1999). Concentra-se no que não se aprendeu, valoriza a reprodução de informações e não contempla as diversas formas e o tempo de aprender de cada estudante (WACHOWICZ, 2000; HOFFMANN,1998).

> Essas exigências propostas em relação ao trabalho do professor e à aprendizagem faz com que a avaliação se torne mais presente no processo, e sua diversificação torna-a mais complexa e desafiadora para o profissional docente. Esse impasse é a razão de a avaliação formativa ser a origem de algumas dificuldades dos professores (WACHOWICZ, 2000; HOFFMANN,1998, p. 13).

O conceito da avaliação formativa foi introduzido por Scriven em meados de 1967. Inicialmente, esse conceito estava restrito à avaliação curricular, porém, com Bloom et al (1971, apud ARAÚJO, 2006, p. 61), passa-se a analisar os momentos didáticos como um todo: "o objetivo não é atribuir uma nota ou um certificado ao estudante; é ajudar tanto o estudante como o professor a deterem-se na aprendizagem específica necessária ao domínio da matéria".

Dessa maneira, a avaliação passa a ter caráter formador, dando forma, permeando todo o processo de ensino e de aprendizagem, intervindo em todo o processo. Esse *feedback*, tanto ao professor quanto aos estudantes, faz com que as trajetórias com que o professo conduz e os caminhos que o estudante trafega pelo conhecimento possam ser revistos, interpretados e repensados por todo o conteúdo, podendo selecionar as estratégias e atividades a serem contempladas ou não (ARAÚJO, 2006).

Segundo Pacheco (1994, p. 32 apud ARAÚJO, 2006), a avaliação: “[...] permite, por um lado, ajudar o estudante a ultrapassar as dificuldades de aprendizagem, e, por outro, auxiliar o professor a diferenciar o ensino e a fazer alterações de modo a caminhar no sentido de uma pedagogia diferenciada.

Desse modo, o tema não é singelo, ao contrário, é complexo, com graus de amplas escalas resultantes dessa relação, conhecimento, estudante, material e conteúdo e o instrumento avaliativo.

A seguir apresenta-se a maneira proposta por Moreira (2010, p. 30) para a construção efetiva de mapa conceitual.

1) Elenque entre seis e dez conceitos, coloque-os em lista, identificando-os como os conceitos chaves que irão ser mapeados;
2) Ordene os conceitos mais inclusivos, gerais, no topo do mapa, e ao passo que estes forem adquirindo especificidade, devem ser incluídos de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Há de se lembrar aqui a necessidade de determinado conhecimento do todo, ou seja, ao menos de qual relação de hierarquização será feita.
3) Conecte os conceitos com linhas de ligação e rotule-as com palavras chaves que devem ser na forma de proposições, iniciando-as com verbos de preferência.
4) Conecte as ideias (conceitos) de uma maneira intuitiva, porém sem excessos de linhas e setas para que o mapa não se torne um diagrama.
5) Evite o uso de palavras comuns e simples entre os conceitos de relação apenas direta, faça um esforço a fim de construir relações horizontais e cruzadas.
6) Tente propor exemplos aos conceitos como última linha ao final do mapa, para que se contemplem os conceitos nele inseridos.
7) Em geral, a primeira versão de um mapa qualquer mostra uma conexão pobre entre os conceitos, podendo ocasionar relações entre grupo de conceitos mal situados, devendo aí, portanto, ser reconstruído.

É importante ainda lembrar que, à medida que o mapa for reconstruído a partir do aprofundamento e esclarecimento do conceito, este irá se tornando mais complexo e se expandindo, ao mesmo tempo em que o mapa de conceitos terá uma roupagem mais interacionista horizontalizada. Deve-se buscar sempre a análise simultânea, examinando e apresentando o mapa aos colegas. A última e mais importante fase desse processo é a apresentação oral de fato do que contempla o mapa conceitual (NOVAK, 1996).

Na fase de entrevistas, deve-se compartilhar o mapa, questionar os significados, a localização de certos conceitos, a inclusão de outros que a priori não seriam importantes e a omissão de outros que pareciam determinantes.

Os mapas de conceitos podem ser utilizados em qualquer área do conhecimento, ou seja, podem ser usados como recursos pedagógicos para evidenciar conceitos e suas relações, significá-los como instrumento de análise de conteúdo e como avaliação, especialmente formativa (MOREIRA, 2010).

> Mapas conceitualizados evidenciam uma aprendizagem de conceitos, portanto, são apresentados não como uma forma rígida, mas como um enorme potencial de evidência da aprendizagem, uma vez que conceitos estão na base dos princípios, modelos, teorias e filosofias que compõem o acervo do conhecimento humano (MOREIRA,2010, p. 37).

Nesse sentido, os mapas conceituais destacam-se de maneira satisfatória na coleta dos dados dos conceitos aprendidos, assim, seguir serão apresentados os conceitos e princípios da Química Verde.

2.4 A QUÍMICA VERDE EM CONCEITOS E PRINCÍPIOS

Segundo Lenardão (2003), Química Verde Q.V. é um conceito recente, que ganhou popularidade nos anos 90, mediante a agência ambiental norte-americana EPA (“*Environmental Protection Agency*”). A EPA financia pesquisas de caráter sócio ambiental que abrangem a redução da poluição em processos químicos industriais de reações sintéticas.

A entidade máxima internacional que padroniza nomenclaturas dentro da Química, a União Internacional de Química Pura e Aplicada – IUPAC, define Q.V. como *“a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos*

para produzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas" (LENARDÃO, 2003, p. 03).

A Q.V. é uma área emergente que tem objetivo de desenvolver estudos e ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos, podendo ser conceituada dentro do CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) como uma tecnologia limpa, ou seja:

> A Química Verde tem por objetivo a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto causado ao homem e ao meio ambiente. Os avanços na área visam a aumentar a segurança dos processos e resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia, disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio-ambiente (AGUIAR et al., 2014).

Segundo Marques et al (2007), Marquez e Silva (2008), Roloff e Marques (2014), Zuin et al. (2015), a Q.V. possibilita aos estudantes desenvolverem criatividade, responsabilidade social , além de enfatizar a importância ambiental do ser humano como indivíduo constituinte do eco sistema ou parte integrante de um todo que depende da interação e conscientização de todos.

A Química Verde tem seus princípios conceituais unificados (pilares) propostos pelos autores Paul Anastas e John Warner, (1998 - *Green Chemistry Theory and Pratice*). É preciso, porém, diferenciar a Química verde Q.V. da Química Ambiental (Q.A.), e da Química Sustentável (Q.S.).

Conforme registra Lozano (2015), o conceito cunhado por Anastas a respeito da Química Verde é o planejamento dos produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e geração de sustâncias perigosas. Seu ensino compromete-se a cumprir esta ideia e os doze princípios primários. A Química Ambiental consiste em abordar o ensino da Química em aspectos puramente ecológicos e a relação sociedade-natureza, como por exemplo, a contaminação da água por produtos químicos, quando é afetada a vida dos peixes, a proporção de oxigênio etc. Por outro lado, a Química Sustentável compreende os princípios da sociedade sustentável, em sua dimensão política, econômica, tecnológica, cultural e ética.

> Um processo que permite satisfazer as necessidades da população atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e

> no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitat naturais (CMMA[5], 1991, p. 10).

É importante assinalar que os conceitos entrelaçam- se de maneira a cooperar um com o outro dentro de um sentido preservatório, preventivo e remediador ao meio ambiente. Ainda, deve-se informar que, nesse sentido, o currículo depende das ferramentas de maneira conjunta para que qualquer intervenção ou encaminhamento se sustente, seja aplicável e promova a compreensão, portanto, a seguir faz-se necessário discorrer todos os princípios da Química Verde (SERRÃO; SILVA, 2010).

Contextualizando preliminarmente a parte histórica e conceitual dos princípios da Q.V., que são propostos para se repensar as ações humanas inter-relacionadas homem/homem e homem/ambiente, obtém-se o conjunto de princípios que compõe o conceito da Química Verde. Estes se tornam um aliado aos profissionais da educação como estratégia de ensino e de aprendizagem ao redor do mundo. No Brasil, órgãos como o grupo de pesquisa Síntese Orgânica Limpa do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas, no Rio Grande do Sul preconizam os estudos e divulgações da Química Verde em seu portal[6]. Em meados de 2006, professores do I.Q. (Instituto de Química da USP) criam a primeira escola de Química Verde e a comunidade acadêmica começa a se desdobrar acerca da Química Verde (SERRÃO; SILVA, 2010).

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

a) 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.

b) 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.

[5] CMMA - Comissão Mundial acerca do Meio Ambiente e Desenvolvimento.
[6] www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde

c) 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.

d) 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.

e) 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.

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

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

h) 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, consequentemente, produzem subprodutos indesejáveis.

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

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

k) 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.

l) 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).

A preocupação acerca dos processos industriais é marcante nos princípios da Q.V., mas a propositura aqui é ressaltar que a discussão no ensino e na aprendizagem muitas vezes é o meio de ancorar de forma mais benéfica essa ideia e potencializa o desenvolvimento da Q.V. no âmbito acadêmico, à medida que pode oferecer soluções alternativas à sociedade e à indústria. Assim, esse tipo de conhecimento e racionalidade para defender a Q.V. no seio da Química vai em direção à socioambiental.

Pensando neste sentido, autores (MCKENZIE et al., 2005; CHENEY et al., 2008; VAN ARNUM, 2005; MERCER et al., 2012) classificam propostas educativas dentro de uma classificação verde, como o “Fator E”, ou métricas de Q.V. Essas métricas podem ser entendidas como formas de classificar e avaliar o quão verde é determinado processo ou reação Química no que concerne ao cumprimento dos 02 primeiros princípios da Q.V., prevenção e economia atômica, e métricas que avaliem o quão comprometidas ambientalmente no que se referem aos princípios restantes (SAQUETO, 2015).

Em outras palavras, é necessário que haja cautela no que diz respeito à conjectura da Q.V., pois estar cumprindo um único princípio da Química Verde não quer dizer que determinado encaminhamento metodológico ou experimento esteja de acordo com a Química Verde.

Em 1992, o cientista britânico Roger A. Sheldon introduziu o conceito do cálculo do “Fator E” ou E-factor (de *Environment*, ambiental em inglês) a razão entre as quantidades do resíduo/desperdício e do produto desejado obtido por um determinado processo (SHELDON, 1992). A Equação abaixo mostra o cálculo do fator:

Figura 3: Cálculo do “Fator E” reacional

$$FatorE = \sum \frac{\text{massa de resíduo/desperdício}\,(kg)}{\text{massa produto desejado}\,(kg)}$$

Fonte: JÚNIOR; FIGUEIREDO, 2018

O “Fator E” é um critério de avaliação para as reações Químicas quando se deseja estimar o desempenho e a eficiência do processo, onde o valor ideal de “Fator E” seria próximo de zero, que indicaria que o processo/reação não possui perdas ou resíduos. O “Fator E” é muito utilizado por empresas e indústrias para medir de forma eficiente a sustentabilidade (JÚNIOR; FIGUEIREDO, 2018)

Segundo Machado (2007), as métricas avaliativas para saber se um determinado encaminhamento está dentro dos princípios da Q.V. são:

> [...] um sistema de avaliação quantitativa do funcionamento de um sistema que permita sentir e avaliar o modo como ele funciona – os seus resultados informam sobre as características e estado de evolução do sistema e servem de base, por exemplo, para tomar decisões sobre as alterações a realizar no respectivo controle para corrigir o percurso e cumprir o objetivo pretendido (Machado, 2007, p. 54).

Assim, Machado (2008) propõe que é importante que um determinado encaminhamento esteja conectado de alguma forma com os 12 princípios, garantindo assim uma total aplicação da Química Verde. É fundamental ampliar os sistemas de análise da verdura Química, por um sistema de métricas, em que seja possível avaliar até que ponto reações, processos e/ou compostos químicos são de fato verdes.

Nesta perspectiva, quanto às aplicações da Q.V., Machado (2004) indica que ela surgiu como uma resposta aos problemas aparentemente insolúveis que a Química Convencional / Química Industrial vinha sentindo de forma crescente quanto à produção de resíduos e efluentes. Esta necessidade industrial promoveu o surgimento e desenvolvimento da Q.V., que contribuiu para o desenvolvimento acentuado da Química Pura / Química Aplicada a partir da Química Industrial no século XIX.

A Química Verde é a ponte entre a Química tradicional ou dita Química convencional, preocupada geralmente com o produto da reação, seu rendimento reacional e pureza de reagentes, com uma perspectiva dualista

ambientalista com um olhar crítico acerca dos processos de produção e seus resíduos (MACHADO, 2011). Nesse aspecto, a educação é de suma importância, possibilitando que o processo de ensino e de aprendizagem seja discutido numa vertente humanista, cotidiana e ambiental, associando vivências com o desenvolvimento de uma visão crítica atuante e que anseia por uma sociedade mais sustentável.

Segundo Uheara (2005), a Q.V. é geralmente apresentada aos estudantes com uma perspectiva longínqua e não análoga à realidade cotidiana, isso dificulta o entendimento dos estudantes de onde ela se conecta com os conteúdos da disciplina. Para que isto não seja um impasse, é importante a discussão de estratégias alternativas na abordagem dos conteúdos e metodologias inclusivas.

Para Santos e Mortimer (1999), a contextualização é um instrumento importante neste processo e deve ser trabalhada em várias perspectivas. A contextualização pode indicar três noções: uma como estratégia para facilitar a aprendizagem; outra como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do estudante; e ainda como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Entretanto, grande parte das abordagens dos educadores está pautada na descrição dos fatos do cotidiano no que concerne aos conceitos químicos.

Para Chassot (1990), a apresentação da Química nas diversas áreas do conhecimento e as metodologias de ensino ainda são muito tradicionais para que se obtenha uma concepção contextualizada dos conceitos químicos à Química verde, relegando a interdisciplinaridade a um segundo plano.

Percebe-se que os educadores têm dificuldade em incorporar a educação em Q.V. ao currículo do curso de Química, porque os conteúdos das disciplinas que contemplam esse currículo já estão bem definidos. No entanto, essa definição não significa que o tema não possa ser incorporado juntamente com o conteúdo tradicionalmente trabalhado. Para isso, o currículo do curso pode ser reavaliado para conter o essencial e mantê-lo relevante. A forma como os conteúdos são ministrados influencia diretamente no processo de desmotivação do estudante.

> Quando há uma quantidade excessiva de conteúdos, muitas vezes abstratos ou ensinados de maneira confusa e superficial, isso acaba por

> desmotivar de forma sistematizada a aprendizagem (CARDOSO e COLINVAUX, 2000, p. 06).

Outra questão diz respeito à formação dos educadores licenciados em Química. Estudantes desmotivados e desconexos com as ciências naturais durante os ensinos fundamental e médio, principalmente a Química, implicam em déficit de formação e preparação de profissionais para essas disciplinas.

> A situação atual do país exige que se perceba que a educação pode representar tanto o crescimento econômico ou a estagnação de nosso país. As indústrias e empresas, as existentes e futuras, necessitarão de mão de obra qualificada e especializada (CARDOSO; COLINVAUX, 2000, p. 06).

Não obstante, o último Fórum de Pró-Reitores De Graduação Das Universidades Brasileiras, que discute o Ensino Superior e as diretrizes que norteiam a qualidade no ensino superior, indica e chama a atenção para a importância do conteúdo ser apresentado sempre com flexibilidade e variado nas estratégias didáticas, de modo a : “[...] incentivar uma sólida formação geral, permitindo variados tipos de formação e habilitações diferentes em um mesmo programa (flexibilidade)”(ForGRAD, 2019, p.03).

O ensino teórico-prático de Química não pode ser visto somente como estratégia de motivação. O estudante precisa ser um agente ativo para que os conceitos apresentados em sala sejam relacionados com o exposto nas atividades práticas, gerando, desse modo, uma aprendizagem significativa, não virtual e tão abstrata como é geralmente apresentada.

O ensino da Química, em particular, tem papel importante na sociedade, principalmente na formação da mão de obra qualificada. Isso implica na necessidade de apresentar ao estudante conhecimentos básicos de Química e tecnologia para que ele possa estar inserido na sociedade globalizada atual, assim como conhecimentos atitudinais, procedimentais de conteúdo e de valores acerca das questões ambientais, políticas e éticas relacionadas à Química e tecnologia (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

O conteúdo de Química deve atender às necessidades de currículo, mas ainda tem seu papel social, pois cada comunidade, cada escola tem sua expressão. A Lei de Diretrizes e Bases (LDB), de 1996, projeta para o ensino esse

caráter inclusivo, ambiental e social em seu art. 43º acerca do Ensino superior “pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas”.

> Art. 43. A educação superior tem por finalidade:
>
> I – Estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
>
> II – Formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;
>
> III – Incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;
>
> IV – Promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
>
> V – Suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;
>
> VI – Estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;
>
> VII – Promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição (BRASIL, 1996).

Os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) apresentam-se como uma análise crítica e interdisciplinar da Ciência natural e da Tecnologia num contexto social, tendo como objetivo compreender os aspectos gerais do fenômeno científico tecnológicos “A cada dia mais, as relações entre a Química e tecnologias extrapolam as salas de aula e despertam atenção e interesse de uma gama de processos industriais e comerciais” (CHASSOT, 1990, p. 09).

Por conta das necessidades humanas, discutem-se as intercorrelações entre Ciência e Tecnologia, e o que elas podem trazer de benefícios para a vida cotidiana, aliadas à discussão da estrutura da sociedade moderna. Assim, as abordagens metodológicas e as formas de entendimento a respeito da aprendizagem requerem atenção dos educadores. A preocupação de ensinar Ciência de modo geral, inclusive Química, enxergando as suas limitações e

imperfeições, e compreender que ela é construída por seres humanos, acaba por desenvolver um olhar sincero e não ingênuo das possibilidades da Ciência para a sociedade, e consequentemente nas Ciências no ensino escolar (CHASSOT, 1990).

> A transversalidade pressupõe um tratamento integrado das áreas e um compromisso das relações interpessoais e sociais escolares com as questões que estão envolvidas nos temas, a fim de que haja uma coerência entre os valores experimentados na vivência que a escola propicia aos estudantes e o contato intelectual com tais valores. (BRASIL, 1996)

Assim, as variadas estratégias de ensino podem permear conceitos como: produção de energias renováveis, utilização de materiais fáceis de serem degradados no meio ambiente, transformações de matéria orgânica em insumos, racionalização dos recursos hídricos e naturais como um todo etc. Essas são algumas propostas em que geralmente se pode mostrar que a Química do mesmo modo apresenta aspectos bons e não somente de consumismo ou produtivista, além de compor uma infinidade de conteúdos interdisciplinares de cunho social atual e do dia a dia do alunado (CISCATO; BELTRAN, 1991).

> Dispor de fundamentos desta matéria ajuda o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna como, poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos, medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros. Além disso, aprender acerca dos diferentes materiais, suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicações, permite traçar paralelos com desenvolvimento social e econômico de um homem moderno (CISCATO; BELTRAN, 1991, p. 16).

Todavia, os valores sustentados pela Q.V. parecem ainda não ter chegado à educação básica, talvez pelo reduzido número de pesquisas sobre a temática no âmbito acadêmico brasileiro. Quando são abordados os temas ambientais, fala-se de tragédias como as de Mariana e Brumadinho[7], com a abordagem técnica imprescindível, mas sem aderir de fato ao conteúdo ou de maneira pedagógica continuada. É esperado, com crescente otimismo, que com as discussões de ciência ancorada na perspectiva CTS, possibilite e maximize a

[7] Dois dos maiores incidentes relacionando mineradoras, o primeiro, novembro de 2015 em Mariana, em Minas Gerais, e o segundo, em janeiro de 2019, em Brumadinho também no estado de Minas Gerais. Mineradoras tiveram suas barragens rompidas, as quais são controladas pela Vale, sendo considerados até o momento desta pesquisa, os maiores acidentes envolvendo rejeitos de minérios e poluição ambiental, contando com diversas mortes de civis e trabalhadores.

progressão da Q.V. dentro da academia, à medida que ela pode oferecer soluções alternativas à sociedade, à indústria, encaminhamentos de ensino e discussões sobre aprendizagem.

Tendo em mente o exposto até aqui, adiante será apresentado um panorama dos conceitos citados, propondo uma intervenção com aporte da Química Verde, iniciando a contextualização dos conteúdos pelo esclarecimento prévio das fontes de recursos naturais conforme a seguir.

2.4.1 As Diferentes Fontes De Recursos Naturais Como Organizador Prévio

Para a compreensão da questão a seguir, é necessário ter uma visão do todo, ou pelo menos a tentativa deste. O impasse do preço do capital e o avanço tecnológico tende a um olhar superficial acerca dos impactos provocados ambientalmente. Para esse olhar do todo significativo, não pode, sem dúvida nenhuma, ser excluída a discussão acerca do ensino e da aprendizagem.

Para que essa discussão assuma um caráter de urgência, o sistema de produção e de consumo atualmente deverá sentir essa nova demanda, que se estimulem novos métodos gerenciais com o intuito de gerar novas práticas a fim de garantir essa função social (BAIRD, 2011).

Desse modo, é de igual importância para o estudante notar que cada um dos materiais que nos rodeiam é oriundo de recursos naturais, sejam estes confeccionados por meio de processos industriais seja de forma bruta, crua, incluindo todas as fontes energéticas existentes. Esses recursos naturais são definidos exatamente como elementos da natureza utilizados para satisfazer demandas de energia e matéria prima do ser humano (DULLEY, 2004, p. 16).

Esse conceito, por si só, tem uma íntima relação com a Química que, de acordo com seus princípios gerais, é o estudo da matéria, suas transformações e leis que a regem (USBERCO e SALVADOR, 2006, p. 32). Os recursos naturais das mais variadas fontes, como vidro, metal, madeira e alimentos, são processados e industrializados ou não, dependendo do modo que cada utilidade servirá para a aplicação humana.

Os recursos naturais podem ser classificados de acordo com alguns critérios, tais como sua origem: mineral, vegetal, animal e energia. Os exemplos

geralmente apresentados para recursos naturais de origem mineral que podem ser: carvão mineral, petróleo e os metais brutos. Já para recursos naturais de origem vegetal temos: madeira, fibras vegetais usadas na indústria têxtil; os recursos de origem animal, que podem ser os ossos, couro e a carne, e os recursos de origem energética são os presentes na natureza e em fenômenos naturais, e que são transformados em energia elétrica como: termoelétrica, nuclear, eólica e hidroelétrica (RICKLEFS, 2010, p. 102).

Outra forma de classificação é quanto às suas reservas, que geralmente são apontadas como renováveis e não renováveis. Os recursos não renováveis são os estoques naturais do planeta, de quantidade limitada e passíveis de acabar na medida em que forem utilizados, como os minerais por exemplo. Os recursos naturais classificados como renováveis são aqueles que, de alguma forma, são renovados pela natureza por diferentes fenômenos naturais, como a energia solar, utilizadas como células fotovoltaicas (aquecimento de placas solares), ou ainda aqueles recursos originários do cultivo e conservação pela ação humana, como a agricultura intensiva ou de policulturas (RICKLEFS, 2010, p. 106).

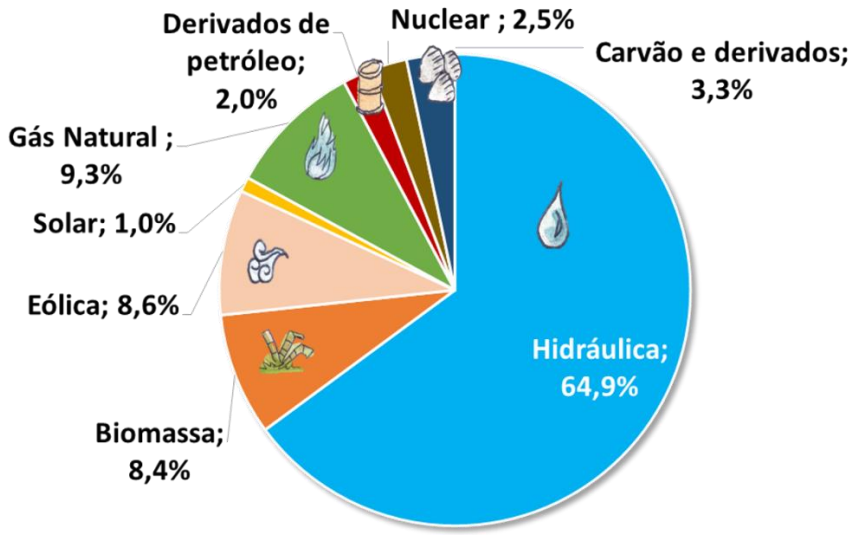
Segundo Baird (2011), outro modo de classificar os recursos naturais é de acordo com a forma de obtenção: extrativismo (mineral, vegetal e animal), agricultura, pecuária e a geração e transformação de energia. O extrativismo talvez seja o método mais antigo, amplamente utilizado pelo homem que simplesmente extrai da natureza os recursos de que necessita. Como exemplo do extrativismo desenfreado pode-se citar as extrações de pau-brasil, a pesca do atum e a grande extração de petróleo. Vale salientar que o extrativismo ainda pode ser feito de forma racional, deixando uma população ou espécies que seja capaz de se regenerar, reproduzir e recompor gradualmente e naturalmente o extrato anterior, ou ainda, de forma a serem utilizados com parcimônia, a fim de que não haja escassez dos mesmos (HALAC et al, 2005).

Por outro lado, uma maneira mais inteligente de obtenção de recursos naturais é pelo cultivo, plantio, trabalho agrícola e pecuária menos nocivos ao meio ambiente, porém ainda com necessária cautela no manejo e na variação de cultura a ser plantada. Ou ainda, por fim, pela geração e transformação de energia, como, por exemplo, pela transformação da energia mecânica dos aerogeradores eólicos em energia elétrica (BARROS e AMIN, 2008, p. 22).

> Pode-se elencar ainda a divisão para estes recursos naturais quanto ao uso deles: como geradores de matéria-prima ou como geradores de energia, e aos que servem para as duas finalidades pode-se citar a madeira como produtor de matéria-prima e de energia. A madeira pode ser trabalhada e transformada em uma infinidade de novos objetos, mas pode ser queimada e gerar calor ou energia térmica. O petróleo outro exemplo, pois fornece matéria-prima para a produção de polímeros e diversos tipos de plásticos, mas pode ser queimado e produzir vários outros subprodutos, entre eles o querosene, a gasolina e o óleo diesel (BARROS; AMIN, 2008, pp. 23-24).

Quanto à produção de energia elétrica, a mesma pode ser subdividida nas seguintes categorias: reaproveitamento de recursos produzidos por fenômenos naturais, as termoelétricas e usinas nucleares.

As matrizes energéticas mais usadas no Brasil são as das hidroelétricas, a mais expressiva no território brasileiro (energia mecânica das águas dos rios em turbinas geradores e transformadores de energia elétrica), seguida da matriz solar (energia produzida pela captação da luz solar em placas de células fotovoltaicas) (BRASIL, 2019).



Fonte:https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica

Serão apresentadas a seguir ações humanas que podem promover uma contextualização adequada do conceito da Química Verde com os conteúdos da Química na aplicação do curso de Bacharelado De Ciências Biológicas.

2.4.1.1 Reciclagem: o lixo como forma de biorremediação

[8]A Biorremediação é um conceito em que os organismos vivos passam por um processo de utilização tecnológica para reduzir (remediar), ou remover poluentes do ambiente, normalmente, processos envolvendo plantas ou microrganismos, assim, “A biorremediação é o termo aplicado para a descontaminação de água ou solo usando bioQuímica, mais do que processos químicos ou físicos. (BAIRD; CANN, 2011, p. 653).

Esses, processos são repletos de reações orgânicas, Químicas e bioquímicas, pelas quais a Química Verde está intrinsicamente ligada (GAYLARDE, 2005).

Conforme exemplo citado por Baird (2011, p. 653), a biorremediação utiliza uma junção de processos biológicos, físicos e químicos.

> Recentemente houve interessante progresso registrado, usando biorremediação para limpeza da contaminação de solventes etenos clorados na água. A biodegradação de cloroetenos pela bactéria aeróbia torna-se menos e menos eficiente quanto maior for a cloração, tanto que ele não é efetivo para percloro- eteno. No entanto, sob condições anaeróbias, a biodegradação redutiva de PCE e TCE ocorre mais rapidamente, particularmente se uma substância oxidada tal como metanol é adicionada para fornecer elétrons para o processo de redução. Infeliz- mente, o passo de descloração desses compostos passa através do cloreto de vinila, CH2=CHCl, um conhecido carcinogênico. Recentemente, uma bactéria foi descoberta para remover todos os cloros dos solventes orgânicos tais como TCE e PCE. Devido ao alto custo e efetividade limitada de muitas tecnologias de limpeza de águas subterrâneas, o processo mais barato de atenuação natural – seguido pelo processo biológico natural, químico e físico para tratar contaminantes em águas subterrâneas – tornou-se popular Baird (2011, p. 653).

Contudo, para a execução da Sequência Didática proposta deve-se diferenciar o composto orgânico do inorgânico, que, de acordo com processos remediatistas, deverá dar a cada elemento seu destino. Desse modo, elenca-se a Embrapa, que por meio de circular técnica define claramente composto orgânico como:

> [...] todo produto de origem vegetal e animal que aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, proporciona melhoria de suas

[8] A biodegradação é a transformação biológica de um composto químico orgânico para outra forma. A biorremediação, então, se aproveita deste processo, fazendo com que as bactérias degradem, ou destruam, compostos xenobióticos, e ainda, os compostos naturais cujas concentrações aumentam em função da atividade antrópica (SPILBORGHS, 1997).

> características físicas, Químicas, físico-Químicas e biológicas. Efetua correções de reações Químicas desfavoráveis ou de excesso de toxidez e, fornece às raízes os nutrientes suficientes para produzir colheitas compensadoras com produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta e ao meio ambiente (Circular Técnica 59, Embrapa, 2009, p.1).

Assim, o composto orgânico tem um papel muito importante para a manutenção e desenvolvimento de todo tipo de folhagem, na adubação de culturas, melhoria na qualidade do solo, manutenção da fertilidade; podendo-se citar materiais como produto de decomposição orgânica primária bem como sobras desse material como restos de legumes, casca de frutas entre outros, rúmen e estercos ou fezes de animais, são considerados como resíduo orgânico e de possível desenvolvimento da produtividade de diversas plantas.

Há ainda uma segunda classe de resíduos ou lixos, denominados de inorgânicos, que são todos tipos de materiais que não possuem origem biológica, ou seja, foram produzidos por processos industrializados e meios / ações humanas como, plásticos, metais e alumínios etc. Ainda, podem-se elencar outras fontes de resíduos inorgânicos, comuns do dia a dia, como embalagens em geral, sacos plásticos e derivados de alumínio.

> No Brasil, uma família de quatro pessoas produz, em média, 13 kg de lixo em cinco dias, de acordo dados recentes do estudo feito em março de 2019 pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF, sigla em inglês). Esses números são preocupantes, pois alerta que o Brasil é o quarto maior produtor de lixo plástico (lixo inorgânico), do mundo e recicla menos de 1% deste total. Esses dados foram compilados no relatório feito pela ONG WWF*,* que compilou dados do Banco Mundial e foi apresentado na Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA-4), que foi realizada em Nairóbi, no Quênia, de 11 a 15 de março de 2019 (WWF / Banco Mundial - *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to* 2050) (MEDEIROS, 2005, p.72).

Na sequência serão apresentadas algumas formas de transformação da matéria orgânica em aplicabilidades dos encaminhamentos metodológicos propostos, em que a compostagem, a formação de biomassas e o biodigestor são processos primordiais na estratégia de Química Verde.

2.4.1.2 Compostagem para a formação de biomassa

Entre os princípios da Química Verde está a ideia do princípio da utilização de fontes de energia renováveis e formação de biomassa. Assim, a proposta de uma sequência didática para a construção de um protótipo de micro composteira faz-se justificável.

O termo compostagem está associado ao processo de tratamento de resíduos orgânicos, sejam eles industriais, urbanos, rurais ou comerciais. É o processo de decomposição e estabilização dos substratos orgânicos, sob condições estáveis que promovem a oxidação biológica da matéria orgânica, num processo praticamente todo aeróbico, com a produção final de um biofertilizante (ZUCCONI e BERTOLDI, 1987 p. 21). Medeiros (2005, p. 58) define a compostagem como

> [...]um processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal, resultando em produtos utilizáveis na agricultura para enriquecimento do solo cultivável. No Brasil cerca de 65% do volume de resíduos sólidos urbanos gerados é composto de matéria orgânica (restos de frutas, legumes, alimentos em geral, folhas, gramas etc.).

Os produtos finais da compostagem são chamados biofertilizantes, vulgo “chorume”, oriundos da desintegração e a degradação dos resíduos orgânicos e da decomposição aeróbica. Assim, os biofertilizantes são utilizados na adubação orgânica de diversas culturas.

> A formação dos biofertilizantes é promovida pela ação de bactérias, fungos e microorganismos que transformam os resíduos em biomassa microbiana. O processo da compostagem se dá principalmente pelas condições propostas e pela presença do gás O_2 (oxigênio) durante o processo, considerado um processo biológico aeróbico. Como produtos reacionais ainda pode-se elencar o grande desprendimento de gases como o CO_2 (gás carbônico) e a água, sendo grande parte deste gás carbônico liberado, oriundo da atividade microbiana (FERREIRA, 2009, p. 15).

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

(FERREIRA, 2009, p. 17).

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 recebram pesticidas (FERREIRA, 2009).

Na literatura, encontram-se muitas formulações para a produção do substrato de compostagem, mas recomenda-se sempre priorizar por formulações em que já tenham sido citadas pelos principais órgãos de pesquisa na área, como por exemplo a EMBRAPA , que dispõe de circulares técnicas e cartilhas informativas respeitando e corrigindo se necessário a relação C/N (fontes de carbono e nitrogênio do substrato). De maneira geral, os compostos são produzidos a partir de fontes de baixo custo e boa disponibilidade, favorecendo a reutilização de resíduos (EMBRAPA, 2009).

A seguir será apresentada a biodigestão anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos como mais um processo para a destinação final dos dejetos.

2.4.1.3 Biodigestor: uma forma de transformação de recursos naturais

Outro processo de igual importância no tratamento de resíduos, e que faz parte desta Sequência Didática, é a biodigestão anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos, que tenta resolver os problemas gerados pelo crescimento desordenado urbano e a destinação final dos dejetos, desse modo, “O biodigestor é um protótipo reator de regime semi contínuo de resíduos que utiliza uma mistura como único substrato (ZUCCONI e BERTOLDI, 1987, p. 74).

Se compararmos o processo aeróbico (aberto, ou com presença de aeração), e o processo anaeróbico (fechado, ou com ausência de oxigênio), há um ganho no rendimento da reação Química de degradação da matéria orgânica, bem como um sequenciamento diferente dos produtos reacionais bioquímicos.

> O processo anaeróbio apresenta vantagens sobre processos aeróbios, principalmente devido ao baixo consumo energético utilizado como insumo operacional e a baixa produção de biomassa residual (KIM et al., 2006; KHALID et al., 2011 p. 06).

Por causa das necessidades do ser humano, como já anteriormente salientado, os recursos naturais foram muito explorados, porém não de forma sustentável, portanto considera-se relevante a atitude dos 5Rs da sustentabilidade (conceito ampliado dos 3Rs[9] da sustentabilidade).

Segundo Silva e Komatsu (2014), devido à possibilidade de desastres ambientais, surgiu a necessidade de implementar o conceito dos 3R's (reciclar, reduzir e reutilizar), a fim de evitar grandes depósitos de lixos, poluição nos rios, no ar etc.

A seguir será apresentado um quadro detalhado da utilização desta nomenclatura.

Quadro 1 – Os 3Rs e suas Aplicações

Conceito	Aplicação
Reciclar	Na produção industrial e em processos industriais, deve-se sempre que possível, reencaminhar resíduos gerados à outras empresas e indústrias que possam utilizá-los como matéria prima e/ou insumos.
Reduzir	Deve ocorrer por meio de ações humanas, uma redução no desperdício de matérias primas e de igual importância, uma redução dos resíduos gerados.
Reutilizar	Deve ocorrer sempre que possível reutilizar os materiais e insumos que assim estiverem aptos, ainda que os processos sejam dificultados.

Fonte: SILVA, 2014 (adaptado pelo autor).

3 UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A motivação em empreender essa pesquisa dá-se pela carência e real necessidade de subsídios à formação inicial de professores e estudantes do

[9] O conceito foi evoluindo ao longo do tempo com a agregação das aplicações em diferentes ramos industriais, e surgiu como consequência o "4R", ligado à gestão de resíduos (Reintegrar). Posteriormente, com o advento da educação ambiental foi introduzido o "5R" ligado aos processos da educação, com conceito mais prático e aplicável aos consumidores finais (Repensar) (SILVA, 2014).

curso de Ciências Biológicas no 1º termo, no que diz respeito à aprendizagem de fundamentos de Química.

Nesse aspecto, principalmente quando se trata de um curso de bacharelado em Ciências Biológicas, o estudante, futuro professor em formação inicial, tem características peculiares trazidas do Ensino Médio, como, por exemplo, o desinteresse pelo conhecimento da Química, assim como o raso domínio de conceitos clássicos.

Há de se ressaltar a importância dos livros didáticos na condução de estratégias de ensino e de aprendizagem, estes que são tão utilizados como instrumento principal 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 estudantes, e contribuir para a compreensão e mediação de determinados assuntos.

> Podemos deduzir, desta análise, que dificilmente se pode atender aos princípios de uma aprendizagem significativa e que leve em conta a diversidade se não se incluem muitas outras atividades que ofereçam mais informação acerca dos processos que os estudantes seguem, que permitam adequar a intervenção a estes acontecimentos (ZABALA, 1998, p. 66-67).

Em consonância com essa ideia, nossa pesquisa tem o intuito de provocar, ao menos a inquietação, promovendo uma discussão acerca de metodologias para o ensino de Química. Dessa maneira, o conceito da Química Verde pode ser entendido como um meio, para que se possa trabalhar vários conteúdos como: Funções Orgânicas e balanceamento de reações, nas reações de processos como compostagem, ou biodigestores; Estequiometria, na proporção dos insumos e produtos gerados, entre outros.

É parte dessa pesquisa propor uma alternativa atrativa ao professor, propiciando uma contextualização mais abrangente e com atributos para o enfrentamento da grande rejeição já evidenciada pela Química devida a não compreensão dos conceitos científicos por parte dos estudantes, situação essa relatada por Almeida (2013, p. 52).

A falta de estímulo por parte dos docentes e a crescente velocidade tecnológica imposta pela sociedade de consumo trazem um cenário desencorajador ao estudante. A bem da verdade, essa discussão tem sido abordada dentro da

academia, porém, ainda há muito por ser concretizado.

Existem outros aspectos que também influenciam o interesse pelo ensino e aprendizagem de Química,tais como: “a quantidade de conteúdo a ser ministrado, o tempo disponível por parte do docente para a preparação de abordagens diferenciadas e contextualizadas, e nos casos das instituições públicas de ensino superior, a estrutura disponível.”(CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2001, p. 41)

Em compensação, o professor deve ter atitude de preencher as lacunas geradas pela utilização de apenas um recurso didático, com a utilização de outros encaminhamentos pedagógicos propiciando senso de autonomia nos estudantes, produzindo materiais e atividades que contribuam para a aprendizagem dos seus discentes (LIBÂNEO, 2002, p. 08).

Dessa maneira, a utilização da Sequência Didática tende a ser um complemento ao livro didático, possibilitando uma abordagem diferenciada de conteúdos por meio da elaboração de um conjunto de atividades pedagógicas interligadas, contextualizadas e planejadas. No desenvolvimento da Sequência Didática há a possibilidade de, a qualquer momento, o professor repensar a sua ação e assim possibilitar uma construção interativa com os estudantes. Entende-se que, durante a execução e aplicação da Sequência Didática, é possivel aprimorá-la em profundidade, sem utilizar de simples reprodução.

Zabala (2010, p. 65) apresenta a importância de compreender um fato e não só simplesmente reproduzi-lo, utilizando conhecimentos conceituais, factuais, procedimentais e atitudinais.

> Os conteúdos conceituais são mais abstratos. Os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns. Os princípios, categoria incluída nos conteúdos conceituais, se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos e situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação. São exemplos de conceitos: mamífero, densidade, impressionismo, função, sujeitos, romantismo, demografia, nepotismo, cidade, potência, revolução e capitalismo. Todos estes conhecimentos têm uma coisa em comum: demandam “compreensão”. Já os conteúdos factuais se referem ao conhecimento de fatos, acontecimentos, dados e fenômenos concretos e singulares, situações como: os nomes, os códigos, a conquista de um território, um fato determinado num momento determinado, todo o conjunto de códigos e símbolos nas áreas de Química, física, matemática, letras etc. Já os conteúdos procedimentais compreendem o conjunto de regras, normas, habilidades e destrezas, como ler, escrever, calcular, observar, descrever, recortar, a exercitação e a reflexão acerca da própria atividade. Por fim, os

> conteúdos atitudinais, que é um conjunto de atividades que promova valores, atitudes, que empreendam nos estudantes, tendências ou predisposições em relação a um determinado objetivo (ZABALA, 2010 p. 63).

Para Zabala (2010), a Sequência Didática não centra sua atenção em certos parâmetros finalistas para todos, mas nas possibilidades pessoais de cada estudante. Ainda, segundo o mesmo autor: “O aperfeiçoamento da prática educativa é o objetivo básico de todo educador”. E entende-se esse aperfeiçoamento como meio para que todos os estudantes consigam maior grau de competências, conforme suas possibilidades reais (ZABALA, 2010 p. 61).

Na sequência, será apresentado um quadro geral das atividades propostas para os encontros da aplicação da Sequência Didática, com os objetivos, justificativas e avaliações relacionadas, bem como a carga horária de cada encontro.

Quadro 2 – Quadro geral das atividades propostas para os seis encontros.

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 conceito 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: 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: Atividade acerca de ações referentes à Química Convencional e Química Verde			

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 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. **(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 ao 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: 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)
Avaliação Encontro 6: Informações das entrevistas			

Fonte: O autor (2020).

Salientamos que a versão detalhada do produto educacional e as orientações para a realização de cada atividade estão apresentadas separadamente em outro material conforme endereço eletrônico descrito na introdução desta S.D.

No capítulo seguinte apresenta-se uma síntese da proposta do Produto Educacional elaborado para a aplicação e avaliação.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional, intitulado Uma Proposta De Sequência Didática Com Atividades Práticas, apresenta atividades para sondar os conhecimentos prévios que os estudantes do Curso de Biologia do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UniFio/SP possuem a respeito da Química Verde.

Na sequência, fornece organizadores prévios para discutir a utilização dos Recursos naturais, diferenciando a Química Verde da Química Convencional. Em seguida, procura promover a concientização da Q.V. apresentando os recursos naturais (5Rs) para serem aplicados em práticas experimentais como a montagem de uma composteira caseira com materiais reciclados do cotidiano e a construção de um protótico de biodigestor. Como avaliação, teremos os mapas realizados pelos estudantes, juntamente com suas entrevistas.

Cada encontro da Sequência Didática apresentada no produto constará de um plano de aula para as atividades propostas, bem como recursos e fotos de como preparar o material para as práticas experimentais.

Esse Produto Educacional elaborado neste Trabalho de Conclusão de Curso encontra-se disponível em <https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais>.

Para maiores informações, entre em contato com o autor pelo e-mail: rafaelsantosquimica2012@gmail.com.

5 ABORDAGENS METODOLÓGICAS

Neste capítulo, serão apresentadas as abordagens metodológicas da pesquisa, contemplando o tipo de pesquisa, o perfil dos participantes e os procedimentos de coleta e de análise de dados.

5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

A abordagem da pesquisa é definida como qualitativa, intervenção amplamente utilizada na área de ensino, pois contém estratégias que possibilitam trabalhar os textos e informações a fim de produzir novas compreensões acerca dos fenômenos que pretende investigar, como os processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos científicos (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 11).

De acordo com Flick (2009), a pesquisa qualitativa não está baseada em um único conceito teórico e metodológico. E a abordagem semipadronizada confere a possibilidade de, durante as entrevistas, reconstruir os conteúdos da teoria subjetiva.

> [...] as questões abertas podem ser respondidas com base nos conhecimentos que o entrevistado possui imediatamente à mão. Além disso são feitas perguntas controladas pela teoria e direcionada para as hipóteses. Estas são voltadas para literatura científica sobre o tópico, ou baseiam-se nas pressuposições teóricas do pesquisador (FLICK, 2009, p. 149).

Moreira (2012) acrescenta ainda que o mapeamento conceitual, como instrumento de avaliação da aprendizagem é,

> [...] uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do estudante. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 5).

Nesse sentido, a partir das possibilidades que os Mapas Conceituais, atividades práticas e transcrição dos discursos dos estudantes, vamos apresentar, uma proposta de organização e compreensão dos dados à luz dos pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD), afim de possibilitar ao professor e leitores uma reprodução posterior da abordagem metodológica para esta Sequência Didática.

5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O grupo selecionado para a aplicação da Sequência Didática com atividades práticas da Química Verde para a Aprendizagem é composto de 15 estudantes, seis do sexo masculino e nove do sexo feminino. As atividades foram propostas de maneira a expor os conteúdos de forma significativa, e as atividades foram pensadas para contemplar a maior parte dos princípios da Química Verde, com as novas informações contextualizadas, dentro das possibilidades, para a realidade do curso de Ciências Biológicas.

Desse modo, primeiramente foi realizado contato do pesquisador com a coordenação do curso, na pessoa do professor Odair Francisco e com a reitoria (o pesquisador é professor regente responsável pela disciplina Fundamentos de Química). Sendo de comum acordo a realização da pesquisa, foi confeccionado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A[10] para os maiores e, no caso de menores, para os responsáveis). Para os estudantes que ainda não tinham completado 18 anos, foram entregues ambos os termos, constando a explicação da realização desta pesquisa e pedindo a autorização dos responsáveis para a participação do estudante, assim como a autorização para uso de imagem e atividades práticas. A pesquisa foi iniciada somente após a devolução dos termos e autorizações de todos os estudantes.

[10] TCLE é uma proteção legal e moral firmada entre o pesquisador e o estudante pesquisado. O termo autoriza a filmagem e a gravação das atividades bem como as entrevistas relativas.

É importante lembrar que, antes da aplicação desta sequência, o professor pesquisador já havia iniciado abordagens de outros tipos de conteúdo com mapas conceituais, sendo esses da grade da própria disciplina e, portanto, não pertencentes a essa pesquisa.

Foi realizado o registro de dados por meio de fotografias, vídeos e gravação de áudios dos estudantes, e para o resultado das análises foram utilizados os mapas conceituais bem como as entrevistas.

Conhecer as raízes dos envolvidos na pesquisa e um pouco da vivência de cada um permite uma visão mais ampla da relação com os princípios da Q.V. e da importância desta abordagem para um possível professor em formação inicial. Tal conhecimento pode servir como complemento de cunho sociocultural para análise dos dados e ajudar a tornar esse conteúdo mais significativo aos estudantes.

Quanto à Sequência Didática, esta é definida por Zabala (1998, p. 18), como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes.” .

Ainda segundo o autor: “o que tem justificado a maioria dos esforços educacionais e a valorização de determinadas aprendizagens acima de outras têm sido a potencialidade que lhe é atribuída para alcançar certos objetivos propedêuticos.” (ZABALA, 2010, p. 18).

Para a elaboração desta Sequência Didática foram propostas diferentes atividades com objetivos dentro da perspectiva de ensino de Zabala (2010), Química Verde, Lenardão et al (2003), com pressupostos teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1978,1980,1983), e nos Mapas Conceituais de Novak e Gowin (1984) com traduções em Novak e Gowin (1996).

5.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA OS MAPAS CONCEITUAIS

Com fundamento na Aprendizagem Significativa, o Mapa Conceitual é uma estrutura gráfica que ajuda a rever, organizar e demonstrar ideias, informações para a compreensão de conceitos. De acordo com Novak e Gowin (1984, p. 51), “Os mapas conceituais são instrumentos poderosos para observar as

alterações de significado que um estudante dá aos conceitos que estão incluídos no seu mapa".

Nessa pesquisa os mapas conceituais foram utilizados como registro de dados para uma avaliação em cada encontro, pois, como já mencionado anteriormente, ele cria oportunidades para a participação ativa do estudante e permite operacionalizar uma avaliação formativa, contínua e sistemática.

A avaliação precisa mostrar meios e caminhos para que tanto o docente como o discente se orientem neste processo, a fim de que sejam ativos e participantes nessa construção (NOVAK, 1996).

Para o primeiro processo avaliativo foi atribuído o caráter diagnóstico de Luckesi (1996). Segundo o autor, a avaliação deve ser vista como um dos fios condutores pela busca do conhecimento, dando sinais ao professor sobre qual caminho já foi percorrido, "onde" o estudante se encontra nesse caminho, e que práticas ou decisões devem ser revistas ou mantidas para que juntos, professor e estudantes, cheguem ao resultado satisfatório. Assim, tomando como parte formadora e coleta de dados o mapa conceitual (MAPA 1).

Os estudantes tiveram contato com os mapas conceituais desde antes da aplicação desta Sequência Didática, como já anteriormente informado, durante a disciplina lecionada (Fundamentos de Química), assim, é importante ressaltar o importante papel do mapeamento conceitual no acolhimento de dados. Foi apresentado, por meio de slides, do que se tratava mapa conceitual, para que serviria, elementos como conceitos, proposições e as relações de diferenciações e integrações, pois "Os mapas conceituais são instrumentos poderosos para observar as alterações de significado que um estudante dá aos conceitos que estão incluídos no seu mapa" (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 51).

Com os vídeos, textos e as experiências práticas os estudantes puderam desenvolver seus mapas acerca do conceito Química Verde e ao mesmo tempo aprender a respeito do conceito em si.

Os estudantes construíram, ao longo da aplicação da Sequência Didática, quatro mapas conceituais, porém nem todos os estudantes puderam estar presentes em todos os momentos pedagógicos, fator este que limitou o desenvolvimento dessa atividade.

Para a construção, observou-se manter conforme orientam Novak e Gowin (1984):

> 1) Os preparativos devem ser feitos com tempo em virtude de imprevistos que possam surgir;
> 2) Faz-se necessário obter uma autorização;
> 3) Deve-se tomar certos cuidados, evitando distúrbios na sala de aula com a saída dos educandos para a entrevista;
> 4) Escolher um local onde não haja interrupções;
> 5) Ter uma lista dos educandos para que cada entrevistado possa conduzir o seguinte da lista;
> 6) Preparar um kit de entrevistas com todos os materiais que possam ser necessários, para não tenha que voltar atrás;
> 7) As entrevistas devem ser gravadas, portanto é necessário solicitar uma autorização por escrito de cada participante;
> 8) No início de cada entrevista, identificar o educando, registrando o nome, data e horário da entrevista (Novak e Gowin, 1984 *in BERNARDELLI*, 2014 p. 88).

A seguir será apresentada a abordagem metodológica para a delimitação das categorias.

5.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A DELIMITAÇÃO DAS CATEGORIAS

A construção da Sequência Didática estruturou-se mediante seis encontros, em um total de 12 horas/aulas, com o propósito de aplicar atividades desenvolvidas a respeito do conceito da Q.V.

> Os tipos de atividades, sobretudo sua maneira de se articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didática. E que devemos levar em conta a importância capital das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e, portanto, do papel das atividades que se propõem (ZABALA, 1998, p.53-54).

Nesta perspectiva, buscou-se elaborar uma Sequência Didática potencialmente significativa para o conceito da Q.V., coerente com a teoria da aprendizagem significativa, com o intuito de coletar as informações necessárias dos estudantes para delimitar as categorias.

Quanto aos encontros, esses foram em seis dias distintos, com um encontro por dia. Os estudantes sabiam com antecedência quando ocorreria cada encontro, e esses foram registrados por imagens e áudios durante as atividades desenvolvidas.

O conteúdo acerca da Química Verde foi o foco da Sequência Didática, que teve como suporte a teoria da Aprendizagem Significativa, para ser aplicada e analisada para a delimitação das categorias.

Esta parte da pesquisa exigiu maiores detalhes das informações para a interpretação e compreensão dos dados coletados, pois a categorização "corresponde a simplificações, reduções e sínteses de informações de pesquisa, concretizados por comparação e diferenciação de elementos unitários, resultando em formação de conjunto de elementos que possuem algo em comum". (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.75).

Neste sentido, a sequência didática será aplicada e analisada mediante uma análise geral as informações coletadas. Essas informações serão selecionadas e agrupadas para a delimitação das categorias.

A seguir serão apresentados os encaminhamentos propostos para a análise dos dados e o público alvo da pesquisa.

5.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA A ANÁLISE DOS DADOS

O primeiro momento da Análise Textual Discursiva é a desconstrução do chamado *corpus,* que é o texto a ser fragmentado. Essa fragmentação encerra resultando as unidades de análise, que são recortes que selecionam "um conjunto capaz de produzir resultados válidos e representativos em relação aos fenômenos investigados" (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 17), essa etapa de fragmentação visa reafirmar os objetivos da pesquisa.

A análise dos dados da Sequência Didática foi pautada na Análise Textual Discursiva (ATD), de caráter qualitativo. Segundo Moraes e Galiazzi, essa análise.

> [...] pode ser compreendida como um processo auto organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: a unitarização – desconstrução dos textos do corpus; a categorização – estabelecimento de relações entre os elementos unitários; e por último o captar de um novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES e GALIAZZI, 2007, p. 192).

Assim, considerando os organizadores prévios, os subsunçores existentes acerca da temática e a aquisição de novos conhecimentos de forma

predisposta significativa Ausubel (1980) e Novak (1996, 2010), foram elencadas atividades que contemplem os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais), bem como os conteúdos propostos em relação à tipologia de Zabala (1998, 2010). Há de se ressaltar que foi realizado um encaminhamento metodológico da pesquisa a fim de angariar o que já havia de publicações acerca da temática da Química Verde, sendo esta pesquisa qualitativa publicada e registrada em periódico A2 segundo a classificação Capes.

Dessa maneira, segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 12), o primeiro componente a ser apresentado é a unitarização, “neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto”. Este componente, segundo os autores, deve ser apresentado de forma intensa e profunda.

Dessa forma, apresentamos a segunda unidade de significado proposta por Moraes e Galiazzi (2007), um processo denominado categorização, em que os registros dos educandos são categorizados com unidades de significados semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análises.

Dessa forma, essa abordagem tem como principal intuito reunir indícios da aplicação e a captação do novo emergente, conforme ressalta Roque Moraes (2006) p. 11:

> Captando o novo emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

Este processo indicado por Roque Moraes, por sua vez, caracteriza-se em um ciclo não isolado, mas sim, como todo processo de aprendizagem tomando forma, se aproximando de sistemas mais complexos e auto-organizados.

> [...] Assim, pretende-se defender o argumento de que a análise textual qualitativa pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes (MORAES; GALIAZZI,2006 p. 16).

Para essa abordagem metodológica de cunho essencialmente qualitativo, procurou-se compreender e interpretar todas as informações obtidas mediante a coleta de dados já citadas anteriormente.

Para o público alvo foram escolhidos os estudantes do bacharelado do primeiro ano de Ciências Biológicas do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UniFio/SP.

Faz-se aqui relevante explicar que a estrutura do curso é nova, pois antes este era ofertado na modalidade de Licenciatura, com mais de 30 turmas já formadas ao longo dos anos. Entretanto, a partir de 2015, o curso passou a ser ofertado nesta IES apenas na modalidade de Bacharelado.

O curso de Bacharelado em Ciências Biológicas do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UNIFIO foi escolhido para a realização dessa intervenção devido ao foco na aprendizagem e formação destes profissionais, que também podem lecionar conteúdos de Química nas redes públicas.

A pesquisa foi realizada no ano de 2019, no primeiro e segundo semestres, com o intuito de coletar informações dos educandos a respeito do conceito da Química Verde em sua área de formação.

A turma composta por 15 estudantes na 2ª turma de Bacharelado, seis do sexo masculino e nove do sexo feminino, dos quais seis estudantes apenas assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice A).

É necessário esclarecimento, ainda, que dos seis estudantes que assinaram o termo apenas foi possível contar com quatro estudantes participantes, pois além da turma ter número reduzido de alunos, nem todos os estudantes puderam participar de todas as etapas da pesquisa. Estes estudantes são todos egressos da escola pública, de variadas cidades circunvizinhas a Ourinhos e trabalham o dia todo.

Utilizou-se uma nomenclatura “E” de educandos e o número um, dois, três e quatro (E1, E2, E3 e E4) para se referir aos participantes da pesquisa. Quanto aos mapas conceituais construídos por eles foi utilizada a nomenclatura M1, M2, M3 e M4.

Dessa forma foram elencados pressupostos para **marcação textual**, nos discursos dos estudantes que remetessem aos princípios da Química Verde

Q.V. e às atividades práticas correlacionadas com a Q.V., já apresentados anteriormente. Dessa maneira, durante todo o processo de análise foi sendo elencadas as desconstruções, categorizações bem como os meta textos a partir destes relatos.

Supondo que o texto seja lido na sua versão colorida, indicamos a leitura das cores (**que podem abranger mais de uma palavra semelhante para facilitar a análise**), caso não seja possível ter acesso a versão colorida, as formatações dos caracteres permitirão identificar as diferentes formas.

A marcação realizada foi seguindo a codificação de cores e formatações:

Quadro 3 - Marcações textuais da ATD

Termos por grupo de atividades práticas, correlação direta à Q.V. e seus princípios	**Forma de marcação**
Recursos Naturais	[ROXO] sublinhado tracejado, itálico
Reciclagem, Lixo Orgânico e Inorgânico	[AMARELO], sublinhado simples, negrito
Compostagem, Biomassa, Biodigestor	[AZUL CLARO], negrito, ondulado
Menciona diretamente a Q.V. e seus princípios	[VERDE], sublinhado duplo, negrito

Fonte: Próprio autor.

Foi nesse sentido que procurou-se articular os fragmentos das falas dos estudantes, juntamente com a análise dos mapas conceituais por eles desenvolvidos juntamente com as atividades práticas propostas na sequência didática para interpretar e isolar as ideias relevantes a respeito do conceito Química Verde.

Segundo Moraes; Galiazzi, 2006:

> A análise discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades, por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI,2006, p.118).

Neste contexto, procurou-se explorar os caminhos da Análise textual discursiva para interpretar os dados coletados que serão apresentados na análise dos resultados da pesquisa. Para os autores “a combinação da unitarização e categorização corresponde a movimentos no espaço entre ordem e caos, em um processo de desconstrução que implica construção” (MORAES; GALIAZZI,2006, p.125).

Assim, para tanto, foram elencadas categorias a partir da unitarização, promovendo a organização de enunciados das transcrições dos relatos dos estudantes. Desse processo, emergiram três categorias em relação ao nível de formação do conceito da Química Verde e seus princípios.

Na primeira categoria, incluímos aqueles cujos enunciados apresentavam indícios de compreensão acerca da utilização consciente dos recursos naturais, porém com lacunas conceituais ou concepções alternativas acerca do conceito da Química Verde. São exemplos inclusos nessa categoria:

(E4) “Os recursos naturais são: biológicos, recursos vegetais e animais, hídricos, retirados de águas, e minerais de ordem geológica;

(E2) "Renováveis: água, para a produção de energia; sol para a energia solar; vento, energia eólica."

(E1) "...exemplo nos 5Rs e da reutilização dos recursos naturais..."

Na segunda categoria, incluímos aqueles que apresentaram corretamente a ideia de conceitos de aplicação prática da Q.V., como a compostagem e a formação de composto biofertilizante pela biomassa e o biodigestor. São exemplos dessa categoria, as respostas abaixo:

(E3) "...Sim, podemos ver o processo de decomposição do lixo orgânico na composteira e através do vídeo da reciclagem..."

(E1) "...É importante desenvolver novos métodos ecológicos, não só para a sua matéria prima ou produto, como também, a consciência no descarte...”

Na terceira categoria, inclui as respostas dos estudantes que dominam o conceito com uma melhor complexidade articulando as aplicações práticas com o referencial conceitual teórico transitando entre esses dois níveis de representação. Conforme apresentado a seguir:

(E1) “...A Química Verde está presente em materiais orgânicos e inorgânicos, estes passam por processos industriais e podem ser reutilizados, onde

os 12 princípios da Química Verde podem ser aplicados, como exemplo da reciclagem nos 5Rs e da reutilização dos recursos naturais na compostagem e biodigestor..."

(E2) "...A Química Verde possui 12 princípios que estão relacionados com a consciência das atitudes dos homens nas utilizações dos recursos naturais dos 5Rs lá, sendo como exemplos várias aplicações, como fizemos a compostagem e o biodigestor..."

(E4) "...Eu entendo que a Química Verde é pautada nos 12 princípios, e esses princípios falam sobre os processos industriais, como a transformação dos recursos naturais renováveis e não renováveis, como os exemplos que fizemos dos renováveis, a compostagem e o biodigestor..."

Essa reflexão, principalmente na categorização, nos propiciou demonstrar que é possível a partir de uma proposta alternativa de ensino promover indícios de aprendizagem na Química, porém, como mencionado já anteriormente, esta parte da análise foi necessária uma inserção dos excertos dos discursos seguidamente das falas dos estudantes, completando a intervenção metodológica no capítulo seguinte.

A seguir será apresentado os resultados e a análise dessa pesquisa, evidenciando que essa abordagem por si só, não esgota todos os recursos pedagógicos para qualificá-la como um estudo completamente acabado.

6 ANÁLISE E RESULTADOS

A análise dos resultados desta pesquisa foi realizada articulando a Química Verde com os instrumentos para coleta de dados – mapas conceituais, transcrições dos estudantes e atividades práticas propostas na Sequência Didática, associada à categorização.

A análise realizada envolveu atividades estruturadas na tipologia dos conteúdos de Zabala (2010); atividades relacionadas aos princípios da Química Verde (Lenardão et al,2003); atividades diversas (Quadro 5); mapas conceituais(Novak e Gowin, 1984 e 1996); Ausubel, Novak e Hanesian (1978,1980,1983) e a categorização MORAES e GALIAZZI, 2007.

Neste contexto a análise será realizada em cinco etapas conforme mencionada acima. A primeira etapa de análise a ser realizada mediante as atividades propostas na sequência didática foi quanto a tipologia dos conteúdos apresentados, em que destacamos no quadro 4 as atividades e sua tipologia.

Quadro 4 – Relação das atividades proposta no quadro 2 em relação a tipologia dos conteúdos, segundo a sistemática de Zabala (2010).

Tipologia	Atividades Propostas
Conteúdos Conceituais (factuais)	Atividade 1; Atividade 2; Atividade 3
Conteúdos(procedimentais)	Atividade 4; Atividade 5
Conteúdos (atitudinais) / diálogos e exposição das experiencias vividas.	Atividade 4; Atividade 5 e Atividade 6

Fonte: O autor (2019).

Para esta primeira etapa da análise, destacamos além da tipologia dos conteúdos, a sua relação na construção dos mapas conceituais frente aos conteúdos elencados por Zabala (1998 e 2010).

Quadro 5 – Relação da tipologia dos conteúdos e Mapas Conceituais

Conteúdos	**Mapas conceituais**
Conceituais	Os mapas conceituais prévios dos estudantes, ou são conteúdos lineares, sem muito aprofundamento ou são equivocados conforme apresentados no quadro 10.
Procedimentais	Os conteúdos elencados para interpretação e construção dos mapas conceituais envolveram os procedimentos adquiridos nas aulas práticas.
Atitudinais	Neste conteúdo, observaram-se de forma diferenciada os valores e atitudes dos estudantes, trabalho em equipe, respeito mútuo e conscientização a respeito do meio ambiente.

Fonte: O autor (2019).

Os conteúdos atitudinais compreenderam como essência o respeito entre si, cooperação e o despertar mais atento à preservação dos recursos naturais e ao meio ambiente.

Para uma análise geral dos conteúdos conceituais envolvendo as atividades um, dois e três apresentadas e selecionadas conforme o quadro 6, pode-se dizer que serviu para sondar as ideias prévias dos estudantes.

Quanto a atividade um, o mapa conceitual prévio, apesar dos estudantes já possuírem alguns trabalhos com a construção de mapas com conceitos químicos, ainda se mostraram poucos desenvolvidos quanto à questão de sua construção, apresentando- se lineares quanto aos conceitos e pobres em ramificações.

Quanto a atividade dois, a exposição do tema abordado e uma atividade para assinalar várias ações consideradas como Química Verde ou Química Convencional, os quatro estudantes apresentaram indícios satisfatórios quanto às ações mais próxima de seus conhecimentos.

Para a atividade três, quanto aos princípios da Química Verde, foi de extrema relevância para os estudantes, pois para grande parte dos conceitos expostos, eles não tinham conhecimento.

Nessa primeira etapa da análise envolvendo as atividades um, dois e três, referentes aos conteúdos conceituais, podemos dizer que os estudantes analisados apresentaram conceitos lineares e poucos desenvolvidos a respeito da Química Verde.

> Uma das características dos conteúdos conceituais é que a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada, já que existe a possibilidade de ampliar ou aprofundar seu conhecimento, de fazê-la mais significativa (ZABALA,1998, p.43).

Quanto ao conteúdo procedimental que envolveu as atividades quatro e cinco, os estudantes demostraram interesse e curiosidade quanto à problematização da Química Verde e a preservação do meio ambiente. Segundo Zabala,1998, p.46 “é preciso ter um conhecimento significativo dos conteúdos conceituais associados ao conteúdo procedimental que se exercita ou se aplica”.

As atividades quatro e cinco foram aulas práticas da construção da composteira e montagem do protótipo do biodigestor e ao final a construção dos mapas conceituais. Essas atividades além de proporcionar a aprendizagem a respeito da Química Verde estimularam a diferenciação progressiva e a

reconciliação integrativa do conceito nos estudantes que foram evidenciados nos procedimentos realizados com interesse, curiosidade que nos deram indícios de aprendizagem.

Para o conteúdo atitudinal foi destacado as atividades quatro, cinco e seis referentes à construção da composteira, montagem do protótipo do biodigestor e as entrevistas realizados com os estudantes. Neste conteúdo identificamos indícios de valores e atitudes dos estudantes, trabalho em equipe, respeito mútuo e conscientização a respeito do meio ambiente, que segundo Zabala,1998:

> [...] a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão da própria atuação.(ZABALA,1998,p.48).

A seguir será apresentada a justificativa de cada uma das atividades segundo a literatura de Zabala (1998).

Quadro 6 – A aplicação das atividades enquadradas em Zabala (1998).

ENCONTRO	ATIVIDADE AVALIATIVA	CONTEÚDOS	JUSTIFICATIVA
01	Mapa inicial (MAPA 1)	Conteúdos (Factuais)	A estratégia de abordagem no primeiro encontro foi observar os conhecimentos prévios dos estudantes, abordando-os com a seguinte pergunta: O que é Química Verde?
02	Atividade acerca de ações referentes à Química Convencional e Química Verde	Conteúdos (Factuais)	Nesta atividade, tentou-se inverter a ordem das perguntas, como adverte Zabala (1998), pois é apresentado aos estudantes na explicação do professor o que seria Q.V. e questionada uma série de ações antrópicas que permeavam acerca da Q.C. e Q.V.
03	Mapa 2	Conteúdos Conceituais	Nesta atividade usa-se a confecção do MAPA 2 para avaliar um possível aprofundamento conceitual ou

			não a respeito da Q.V. Assim, apresentando os processos da reutilização dos recursos naturais, como a Química na compostagem e no biodigestor como formação de biomassa.
04	Mapa 3 e aula prática (composteira)	Conteúdos procedimentais	Nesta aula prática o professor desenvolve com os estudantes os conceitos de aplicação da Q.V. na prática da compostagem.
05	Mapa 4 e aula prática (biodigestor)	Conteúdos procedimentais	Desenvolver prática da construção do protótipo do biodigestor com os estudantes como aplicação dos conceitos da Q.V.
06	Informações das entrevistas	Conteúdos Atitudinais	Buscar as informações das modificações de comportamentos frente às intervenções realizadas.

Fonte: O autor (2020).

Relacionando essa primeira etapa da análise com a aprendizagem significativa, as evidências nos mostraram indícios da ampliação do subsunçor do conceito Química Verde na tipologia dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais juntamente com os mapas conceituais desenvolvidos. Esses indícios de ampliações se deram em função dos princípios das atividades organizadas de forma sequencial e hierárquica que de acordo com Ausubel são os organizadores avançados.

> Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber, caso necessite de aprender novos materiais de forma mais ativa e expedita (AUSUBEL,2003, p.11).

Destaca-se que uma análise mais detalhada dos mapas conceituais construídos pelos estudantes, assim como a análise da lista de ações e os princípios da Química Verde trabalhados nas atividades um, dois e três se encontram na segunda, terceira e quarta etapas da análise.

Dessa forma, as considerações aqui expressas não apresentam cunho conclusivo, mas interpretativo, cuja intenção é demonstrar o abordado e os resultados avaliados como assertivos para as condições apresentadas.

A segunda etapa de análise foi quanto ao conceito de Química Verde, ressaltamos aqui o quadro 7 com as atividades desenvolvidas na sequência didática.

Quadro 7 – As atividades relacionadas aos princípios da Química Verde Q.V.

Atividades Propostas	Princípios da Q.V.
Atividade 1	Problematização inicial acerca da Q.V.
Atividade 2	Apresentação do conceito contextualizado e todos os 12 princípios da Q.V.
Atividade 3	a) Princípio da Prevenção; c) Princípio da Síntese com Reagentes de menor toxicidade; d) Princípio do Desenvolvimento do composto seguro; f) Princípio da eficiência energética; g) Princípio do Uso da matéria prima renovável; h) Princípio da redução do uso de derivados; j) Princípio do Desenvolvimento de compostos degradáveis.
Atividade 4	Todos os 12 princípios
Atividade 5	Todos os 12 princípios
Atividade 6	Todos os 12 princípios

Fonte: O autor (2020).

Elencamos aqui o quadro 8 com a codificação dos princípios da Q.V.

Quadro 8 – Codificação proposta dos princípios da Q.V. para a aplicação

Princípios da Q.V. (LENARDÃO, 2003 et al.)	Codificação
a) Princípio da Prevenção	P01
b) Princípio da Economia Atômica	P02
c) Princípio da Síntese com Reagentes de menor toxicidade	P03
d) Princípio do Desenvolvimento do composto seguro	P04
e) Princípio da Diminuição de Solventes e Auxiliares	P05
f) Princípio da eficiência energética	P06

g) Princípio do Uso da matéria prima renovável	P07
h) Princípio da redução do uso de derivados	P08
i) Princípio das Catálises	P09
j) Princípio do Desenvolvimento de compostos Degradáveis	P10
k) Princípio da Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição	P11
l) Princípio da Química Segura para a Prevenção de Acidentes	P12

Fonte: O autor, 2019 adaptado de Lenardão, 2003.

Neste momento, apresentaremos uma visão acerca das atividades propostas em relação aos princípios da Q.V.

Na atividade um, é iniciada a investigação acerca da proposta da Química Verde com uma pergunta simples, portanto, nesse momento não se aborda nenhum princípio, mas sim o conceito principal “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (ANASTAS, 1998).

Na atividade dois, é apresentado aos estudantes e explicado cada um dos princípios da Q.V. exemplificando conforme o “Fator E”, já apresentado anteriormente nessa dissertação, introduzindo a figura representando os 12 princípios, os vídeos um e dois que são sugeridos na produção educacional que compõe esta pesquisa.

A atividade três desenvolve os princípios P1, P3, P4, P6, P7, P8, P10, nas seguintes formas:

- Utiliza-se da abordagem dos organizadores prévios Vídeo a respeito da reciclagem (5Rs), impresso acerca da compostagem e do biodigestor, para trazer os recursos naturais como aplicação dos princípios P1 (Prevenção ao meio ambiente);
- P3 (Reagentes naturais com menor toxicidade – compostagem e biodigestor, na produção de gás e biomassa);
- P4 (Compostagem como fertilizante seguro);
- P6 (Biodigestor com o Biogás natural);

- P7 (a utilização da reciclagem de compostos orgânicos 5R);
- P8 (nos processos de utilização de biofertilizantes não há derivados não utilizáveis);
- P10 (as aplicações propostas aos compostos orgânicos são completamente biorremediados).

Atividades quatro e cinco trazem uma aula prática (montagem com os estudantes a prática da compostagem caseira), esse por si só desenvolve todos os 12 princípios, quer eles sejam de cunho acadêmico quer sejam de ordem industrial, visto que apresentam as mesmas aplicações da atividade 3, somando a estes os princípios P2, P5, P9, P11 e P12.

- P2 (economia atômica), conforme observado no material do produto educacional que acompanha essa dissertação, é possível verificar a reação Química da compostagem, em que vimos a não formação de subprodutos não reutilizáveis.
- P5 (diminuição de solventes auxiliares), não há qualquer adição de solvente ao composto processado.
- P9 (catálises[11]) a adição de água (hidro catálise ou hidrólise[12]) ao composto compactado é extremamente recuperável ao final do processo, sendo principalmente visualizado na produção de biogás (biodigestor).
- P11 (prevenção da poluição), é bem representado em ambas atividades (quatro e cinco), devido a apresentação de processos viável e biorremediatistas para resíduos sólidos e líquidos.
- P12 (biossegurança), em ambos os casos (atividades quatro e cinco), pode-se observar e praticar a importância da biossegurança como forma de conteúdo preliminar para a montagem dos protótipos.

[11] modificação da velocidade de uma reação Química provocada por uma substância que normalmente está presente em pequenas quantidades e pode ser recuperada ao final (ATKINS, 2016).

[12] Hidrólise é o nome dado ao processo ou uma reação Química qualquer em que as moléculas de substâncias diferentes são fragmentadas em unidades menores por meio da interação dos íons presentes nos compostos, sejam eles cátions ou ânions, atuantes a partir da presença da água. É o processo em que ocorre a quebra de moléculas por meio da presença da água (ATKINS, 2016).

Desse modo, por último, na atividade seis, observam-se as relações emergidas pelas intervenções no comportamento apresentado e nas entrevistas desenvolvidas, onde os 12 princípios são aplicados de forma a compor um conceito mais complexo e significativo de forma a complementar a fala dos estudantes, durante as atividades práticas.

A seguir são apresentados trechos transcritos, exemplificações de relatos, durante a aplicação do último mapa conceitual.

> *(E2)*
> *"**Lixo orgânico** são os **restos de alimentos**, podas de arvores.*
> ***Lixo inorgânico** são plásticos, metais e borracha.*
>
> *(E3)*
> *Sim, podemos ver o processo de **decomposição do lixo orgânico** na **composteira** e através do vídeo da **reciclagem**.*
>
> *(E1)*
> *É importante desenvolver novos **métodos ecológicos**, não só para a sua **matéria prima ou produto**, como também, a **consciência no descarte**"*

Como pode-se evidenciar nos discursos dos estudantes E1 e E2, as noções de reciclagem, separação do lixo quanto ao tipo e origem de materiais, ficaram bem marcantes, quando remetem aos fragmentos *"lixo orgânico", "restos de alimentos", "lixo inorgânico", "métodos ecológicos" e "consciência no descarte"*.

Esses vocábulos sugerem interesse por parte dos estudantes e possíveis pontos de ancoragem do conceito da Q.V. remetendo aos princípios da prevenção de resíduos (P1), fontes renováveis de matéria prima (P7), e produtos degradáveis (P10). Pressupostos estes que foram correlacionados deste o primeiro mapa conceitual.

Ainda em relação ao conceito da Química Verde, os estudantes inicialmente foram questionados se eles já conheciam o termo Química Verde, ou se já tinham ouvido falar. A análise dessa pergunta forneceu indícios que dois estudantes já conheciam alguns princípios, outros dois estudantes que participaram da pesquisa não tinham ouvido falar.

Relacionando essa segunda etapa da análise com a aprendizagem significativa, observou-se que os novos conhecimentos foram incorporados aos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes participantes, fortalecendo os

subsunçores existentes e fornecendo a ancoragem à aprendizagem significativa de novas informações.

Moreira e Buchweitz ,1993 complementamque “[...] à medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de fixar (servir de âncora) novas informações” (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

A terceira etapa de análise foi quanto às atividades diversas, expostas no quadro 9 com as diversas atividades desenvolvidas na Sequência Didática**.**

Quadro 9 – Abordagens utilizadas de cada intervenção.

Atividades	**Objetivos metodológicos**
Atividades Extraclasse/Experimentos	As atividades extraclasses se baseiam em relacionar os princípios da Química Verde com as ações produzidas pela Química Verde e Química Convencional expressas nas experimentações da compostagem e do biodigestor.
Lista de Ações produzidas mediante a Química Verde e a Química Convencional.	Atividade que contextualiza as ações produzidas frente à Química Convencional e o apresentado pela Química Verde
Folha (12 princípios da Química Verde) e cartilhas a respeito do processo de compostagem e biodigestor)	Conceitua e contextualiza na teoria o assunto da Química Verde. Impresso acerca da compostagem e do biodigestor 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.
Vídeos um e dois	Vídeo um – Apresenta aos estudantes a utilização dos recursos naturais como organizador prévio das ações humanas consideradas pela Química Convencional ou Química Verde Vídeo dois – Amplia as aplicações possíveis perante a Química Verde, trazendo a utilização do conceito dos 5Rs. vídeo um- Youtube. Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=pBLhXKNa6dQ> Acesso em: 06 Ago. 2019 vídeo dois - Youtube. Disponível em:< https://www.youtube.com/watch?v=C5Ey1R_G5mA> Acesso em: 06 Ago. 2019.

Fonte: O autor (2020).

Dessa forma, apresentaremos a seguir as análises dos vídeos apresentados (vídeo um e vídeo dois), bem como a proposta lista de ações e as aulas práticas (composteira e biodigestor).

No que concerne aos vídeos, foram apresentados em momento específico de desenvolvimento dos conteúdos que permeavam a S.D., nas aulas de cunho explicativo-dialogado, como estratégia de expor os organizadores prévios de cada uma das ações posteriores.

O Vídeo um apresentava aos estudantes a importância da conservação dos recursos naturais renováveis e não renováveis, bem como a utilização de forma ecologicamente consciente (Biorremediação), conforme são apresentadas nas transcrições a seguir.

> *(E4)*
> *"Os recursos naturais são: biológicos, recursos vegetais e animais, hídricos, retirados de águas, e minerais de ordem geológica.*
>
> *(E3)*
> *As nossas escolhas têm um impacto nesse processo, como cidadão podemos* **reciclar***, procurar consumir produtos com* **selo verde** *e levar a própria sacola no mercado.*
>
> *(E2)*
> **Renováveis:** *água, para a produção de energia; sol para a energia solar; vento, energia eólica.*
> **Não renováveis***: petróleo, produção de combustível; carvão mineral, produção de energia."*

Os vocábulos marcados acima, acerca da aplicação do vídeo um, referem-se diretamente aos princípios da Q.V., como o princípio da eficiência energética (P6), e fontes renováveis de matéria prima e reutilização dos recursos naturais (P7).

Segundo Adam (2011), esse processo expressa que as relações de significado vão construindo unidades mais complexas, ordenando as compreensões que se correlacionam no texto.

Na análise das falas dos estudantes, depois de assistirem o vídeo um, é notório indícios de evidências da aprendizagem significativa em alguns trechos descritos, com o E4 que comenta o fornecimento de energia retirada das águas. Na fala do E3, a conscientização com o bem estar da natureza, enquanto o E2, demonstra uma ampliação do conceito trabalhado.

Já o vídeo dois versava acerca da reciclagem e aplicação dos 5Rs, de uma maneira direta, levando à compreensão das reutilizações do lixo e suas separações (orgânico e inorgânico) frente às espécies Químicas envolvidas. A seguir, serão apresentados mais relatos, coletados durante a aplicação do vídeo dois.

> *(E1)*
> *"O impacto ambiental é grave, a gente como cidadão, biólogos, tem que começar a* **separar o lixo**. **Lixo Orgânico em reciclável e não reciclável**.
>
> *(E4)*
> *Se você* **separar o lixo**, *ele não vai para outras vias e sim para a* **reciclagem**, *onde vai* **ser reutilizado**.
>
> *(E1)*
> *É importante porque* **pode auxiliar no melhor direcionamento dos resíduos das empresas***".*

Nos termos assinaladas acima, denotam-se evidencias acerca do Princípio da Prevenção (P1) ; Princípio da Síntese com Reagentes de menor toxicidade (P3); Princípio do Desenvolvimento do composto seguro (P4); Princípio da eficiência energética (P6); Princípio do Uso da matéria prima renovável (P7); Princípio da redução do uso de derivados (P8); Princípio do Desenvolvimento de compostos degradáveis (P9).

Analisando as falas dos estudantes após assistirem o vídeo dois, acerca da reciclagem e aplicação dos 5Rs, percebe-se que as informações foram relacionadas e assimiladas pelo subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, gerando ampliação do conceito, tornando-o significativo, o qual consideramos como produto da aprendizagem significativa.

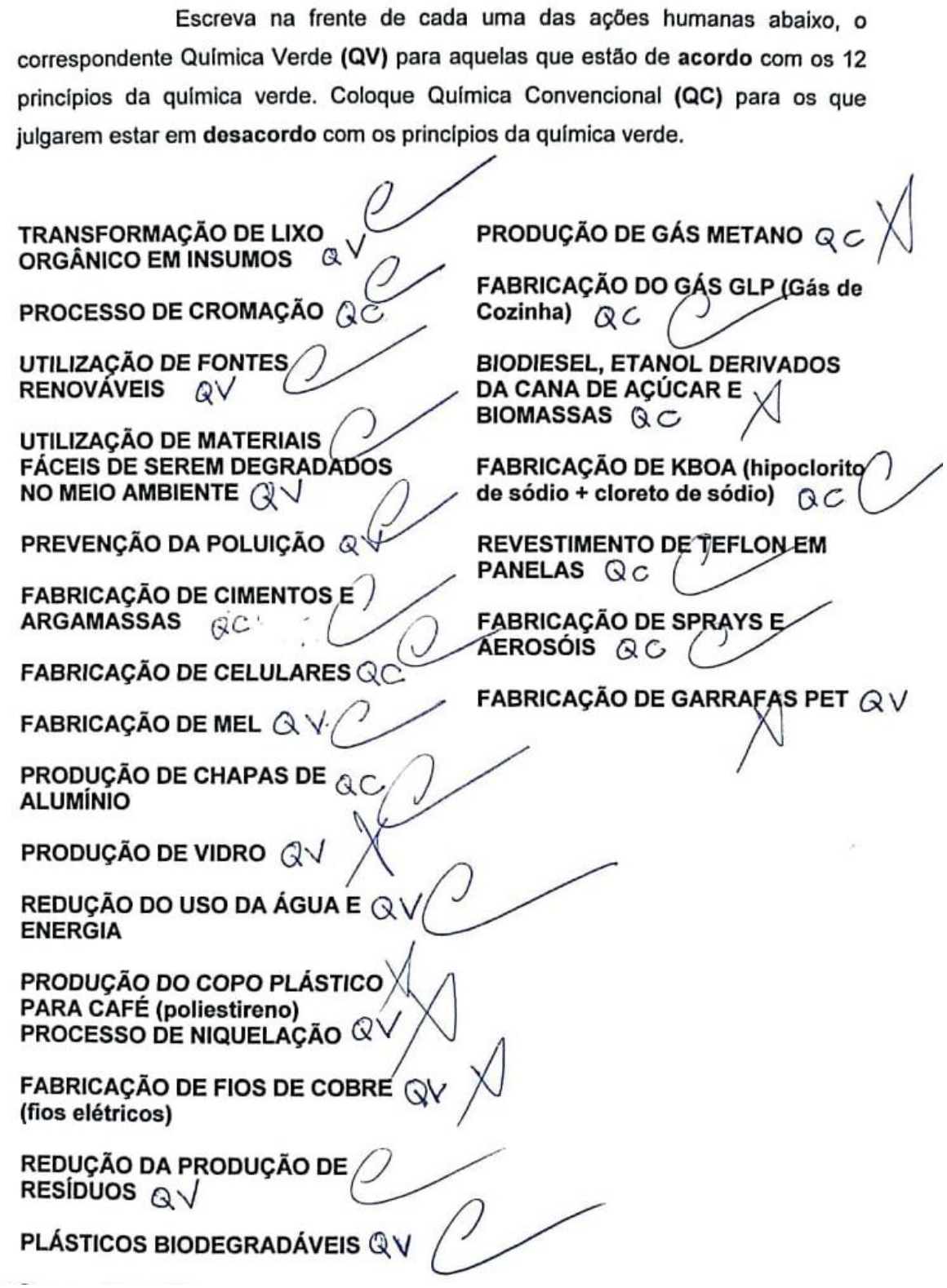
Corroborando com Ausubel,2003, p.43: "[...] os novos significados são o produto de uma interação ativa e integradora entre novos materiais de instrução e ideias relevantes da estrutura de conhecimentos existentes do aprendiz".

Assim, neste momento globalizado, o interesse é cada vez mais desafiador para o educador, que necessita buscar a conectividade dos estudantes com o seu conteúdo e de forma prazerosa (MORAN, 1995).

Dessa maneira, seguimos com a apresentação das respostas por eles apresentadas na proposta das listas de ações humanas, onde julgaram as pertencentes à Q.C. ou à Q.V.

Figura 4 – Lista de ações (E1)

Lista - Ações Antrópicas: Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. Nome: E1 - Data: 15/05/2019.



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

TRANSFORMAÇÃO DE LIXO ORGÂNICO EM INSUMOS QV

PROCESSO DE CROMAÇÃO QC

UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS QV

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE QV

PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO QV

FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS QC

FABRICAÇÃO DE CELULARES QC

FABRICAÇÃO DE MEL QV

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO QC

PRODUÇÃO DE VIDRO QV

REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA QV

PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno)

PROCESSO DE NIQUELAÇÃO QV

FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) QV

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS QV

PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS QV

PRODUÇÃO DE GÁS METANO QC

FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) QC

BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS QC

FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) QC

REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS QC

FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS QC

FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET QV

Fonte: próprio estudante (E1), 2019.

Ainda, é necessário apresentar as respostas esperadas das 23 ações previstas na atividade, conforme apontadas a seguir.

Resposta esperada**:** Os processos ou ações humanas condizentes com a Química Verde Q.V. desta lista são: transformação de lixo orgânico em insumos, utilização de fontes renováveis, utilização de materiais fáceis de serem degradados no meio ambiente, prevenção da poluição, redução do uso da água e energia, biodiesel, etanol derivados da cana de açúcar e biomassas, fabricação de mel, redução da produção de resíduos, plásticos biodegradáveis.

Segundo alguns autores (FONSECA, 2017; FEITOZA, 2009), os ácidos e bases (amônia e hidróxidos) quando em sua forma P.A. (puras ou concentradas não orgânicas), devem ser tratadas como nocivas ao ecossistema para descarte direto, portanto não estão em conformidade com os princípios da Química Verde.

Desse modo, como se pode observar na figura 4 o (E1) teve um aproveitamento de 16 acertos dos 23 possíveis, contabilizando 69,56% de aproveitamento. O estudante E1 apresenta notadamente uma indefinição neste momento a respeito do conceito de biomassa, a fabricação de plásticos e processos que envolvam siderurgia.

Esses conceitos se explicam por neste momento a experimentação ainda não ter sido aplicada (biomassa – compostagem) e devido ao desconhecimento de alguns processos de fabricação que envolvam componentes curriculares de base (ensino médio) como polímeros e processamento de metais pesados. A seguir, é apresentado um fragmento em que o estudante (E1) denota algumas diferenciações no conceito de biomassa.

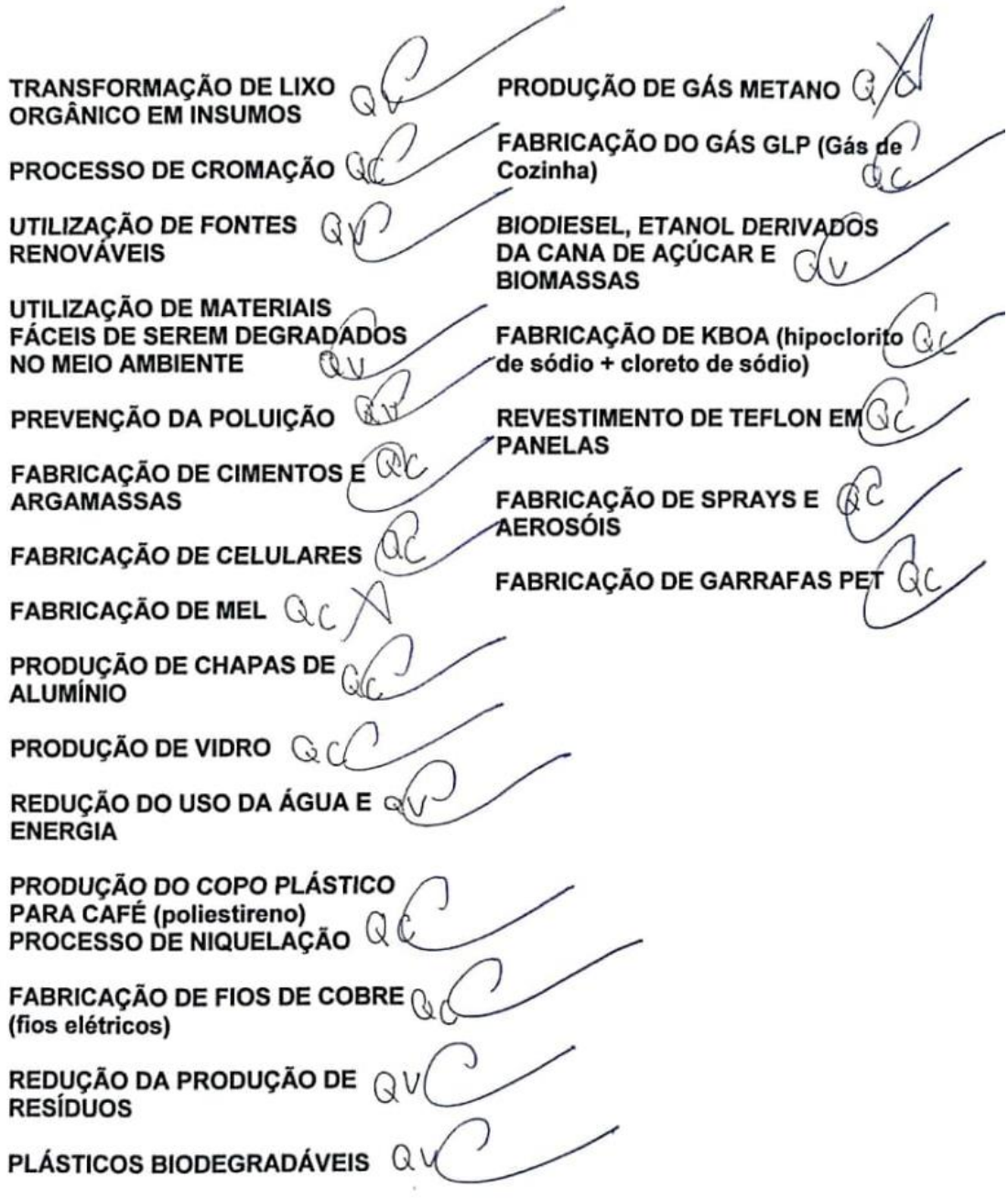
> *(E1)*
> *“Eu achei que a* ***biomassa*** *tinha solvente como o cimento.*
> *Nunca estive numa fábrica de siderurgia professor, achei que era assim, a gente vê só derretendo (o metal) nos vídeos.”*

Como vimos, no caso do estudante (E1), na transcrição, dá indícios que esse tema já havia sido abordado, porém com pouca compreensão por parte do estudante.

A seguir apresentada a lista do estudante (E2), e as análises pertinentes ao encontro.

Figura 5 – Lista de ações (E2)

Lista - Ações Antrópicas: Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. Nome: E2 - Data: 15/05/2019.



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

TRANSFORMAÇÃO DE LIXO ORGÂNICO EM INSUMOS QV

PROCESSO DE CROMAÇÃO QC

UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS QV

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE QV

PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO QV

FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS QC

FABRICAÇÃO DE CELULARES QC

FABRICAÇÃO DE MEL QC

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO QC

PRODUÇÃO DE VIDRO QC

REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA QV

PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno) PROCESSO DE NIQUELAÇÃO QC

FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) QC

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS QV

PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS QV

PRODUÇÃO DE GÁS METANO QC

FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) QC

BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS QV

FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) QC

REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS QC

FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS QC

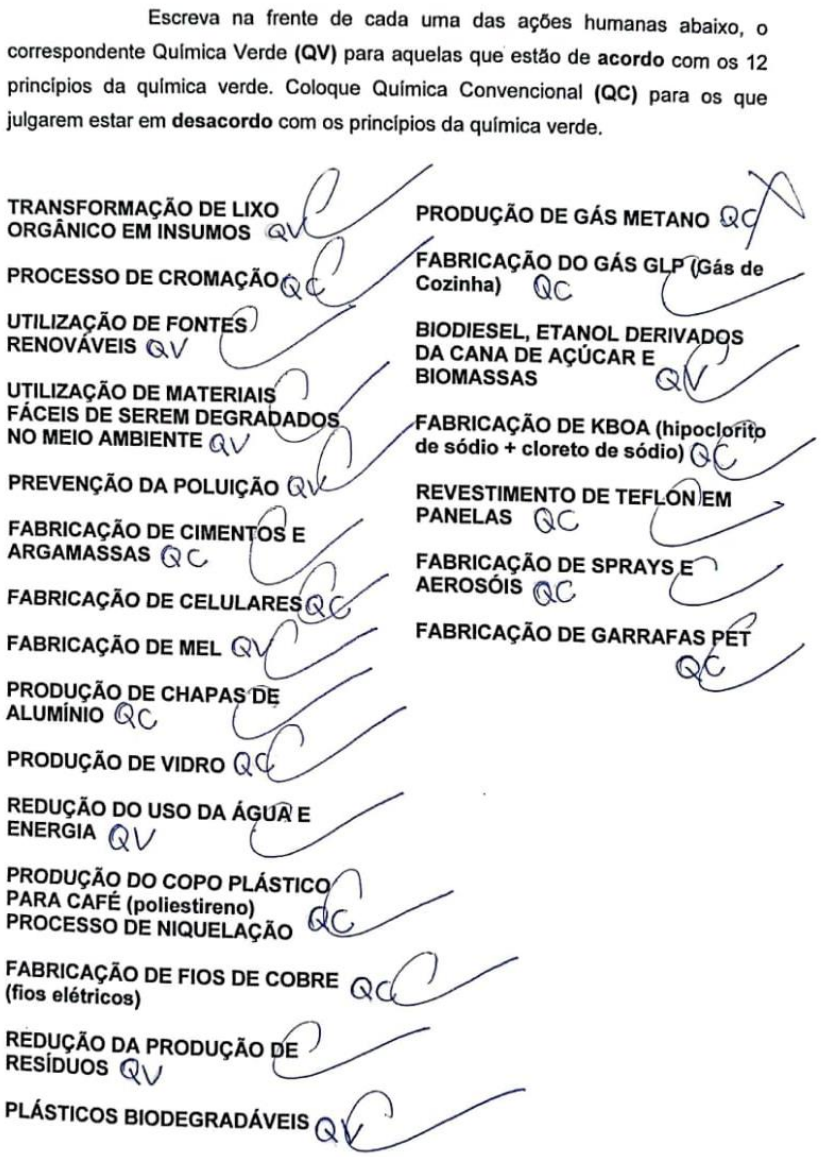
FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET QC

Fonte: próprio estudante (E2), 2019.

O estudante E2 apresentou apenas um equívoco quando da fabricação do favo do mel de abelha e a apicultura em si, sobre o qual ele não tinha tido contato mesmo sendo da ciência biológica. A seguir será apresentada a lista referente ao estudante E3.

Figura 6 – Lista de ações (E3)

Lista - Ações Antrópicas: Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. Nome: E3 - Data: 15/05/2019.



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

TRANSFORMAÇÃO DE LIXO ORGÂNICO EM INSUMOS QV

PROCESSO DE CROMAÇÃO QC

UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS QV

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE QV

PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO QV

FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS QC

FABRICAÇÃO DE CELULARES QC

FABRICAÇÃO DE MEL QV

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO QC

PRODUÇÃO DE VIDRO QC

REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA QV

PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno) PROCESSO DE NIQUELAÇÃO QC

FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) QC

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS QV

PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS QV

PRODUÇÃO DE GÁS METANO QC

FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) QC

BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS QV

FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) QC

REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS QC

FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS QC

FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET QC

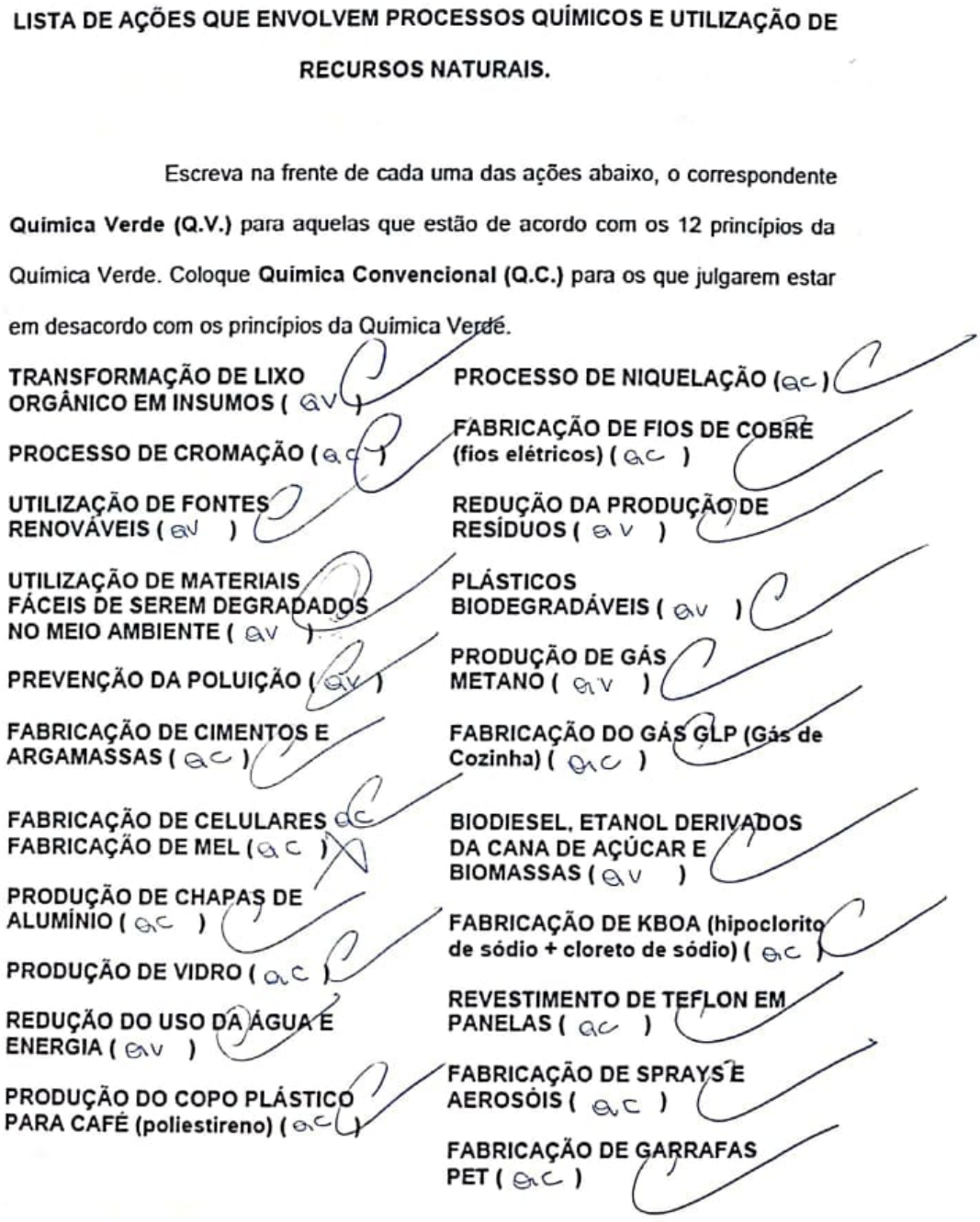
Fonte: próprio estudante (E3), 2019.

O estudante E3 apresentou apenas uma dificuldade em relação a produção de gás metano, explicado pela base de conteúdos de nível básico

precária. O gás metano é fonte natural de pântanos o Metano (CH_4) é um gás incolor (sem cor) e inodoro (sem cheiro) da família dos alcanos (hidrocarbonetos de cadeia saturada). Chamado de "gás dos pântanos", uma vez que se forma da fermentação anaeróbica (ausência de oxigênio). A seguir a lista do estudante E4.

Figura 7 – Lista de ações (E4)

Lista - Ações Antrópicas: Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. Nome: E4 - Data: 15/05/2019.



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 (QV)

PROCESSO DE CROMAÇÃO (QC)

UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS (QV)

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE (QV)

PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO (QV)

FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS (QC)

FABRICAÇÃO DE CELULARES QC
FABRICAÇÃO DE MEL (QC)

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO (QC)

PRODUÇÃO DE VIDRO (QC)

REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA (QV)

PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno) (QC)

PROCESSO DE NIQUELAÇÃO (QC)

FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) (QC)

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS (QV)

PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS (QV)

PRODUÇÃO DE GÁS METANO (QV)

FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) (QC)

BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS (QV)

FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) (QC)

REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS (QC)

FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS (QC)

FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET (QC)

Fonte: próprio estudante (E4), 2019.

O estudante E4, assim como outros alunos, não tinha informações a respeito da produção de mel artesanal. Vale ressaltar aqui que a coordenação do curso fez, a partir deste fato, uma intervenção chamada “projeto integrador”, trabalhando este tema com os estudantes de Biologia.

O projeto integrador teve início com a articulação de promover a integralização entre os conteúdos disciplinares do termo (semestre) vigente. Dessa forma, passar aos estudantes instruções para elaboração, execução e apresentação de projetos técnicos que integrem os conteúdos abordados no primeiro, no segundo, no terceiro semestres do curso, e assim por diante em todos os termos (semestres) do curso. Tendo em vista, sempre a elaboração de um projeto acompanhado de relatório final e apresentação, que considere as característica de aplicações industriais ou de cunho empreendedor.

Ao longo do tempo, esses projetos passaram a compor uma disciplina da grade de todos os cursos.

Dessa maneira, a quarta etapa de análise a ser realizada mediante as atividades propostas na sequência didática foi quanto aos mapas conceituais.

Para cada mapa realizado pelos estudantes, uma entrevista foi conduzida individualmente, a fim de obter subsídios de entendimento aos conhecimentos prévios e adquiridos a respeito da Química Verde. É importante ressaltar que foi programado para a participação de 12 estudantes, porém quatro participaram de todas as aplicações, assim, optou-se em selecionar o primeiro e o último mapa de cada um desses estudantes.

Antes de iniciar essa etapa, ressalta-se que os mapas M1 e M4 elaborados pelos quatro estudantes foram organizados em três grupos como parâmetro para a análise. Ficando estabelecido como:

Ressaltamos aqui os mapas dos educandos selecionados em cada grupo.

Quadro 10 – Grupos dos mapas conceituais classificados no contexto do conceito Química Verde e a teoria da Aprendizagem Significativa.

Grupo/Parâmetros	Estudantes/Mapas
Grupo 1	(E2M1); (E3M1)
Grupo 2	(E2M4); (E3M4); (E4M1);
Grupo 3	(E1M1); (E1M4); (E4M4)

Fonte: O autor (2020).

Desde o início da pesquisa, era a intenção, sem dúvida, que todos os mapas conceituais construídos pelos estudantes participantes fossem relevantes quanto aos saberes básicos para o entendimento do conceito da Q.V.

No 1º Grupo: **(Visão Equivocada)** apesar de os estudantes terem o contato com o uso do mapa conceitual nas aulas práticas Química, os mapas foram considerados como esquemas e não mapas conceituais.

No 2º Grupo: **(Visão Prática) -** mesmo com os mapas apresentando pouco desenvolvimento em sua estrutura e com poucas relações de diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa acerca do conceito de Química Verde, a hierarquização dos conceitos foi ampliada e eles foram considerados satisfatórios.

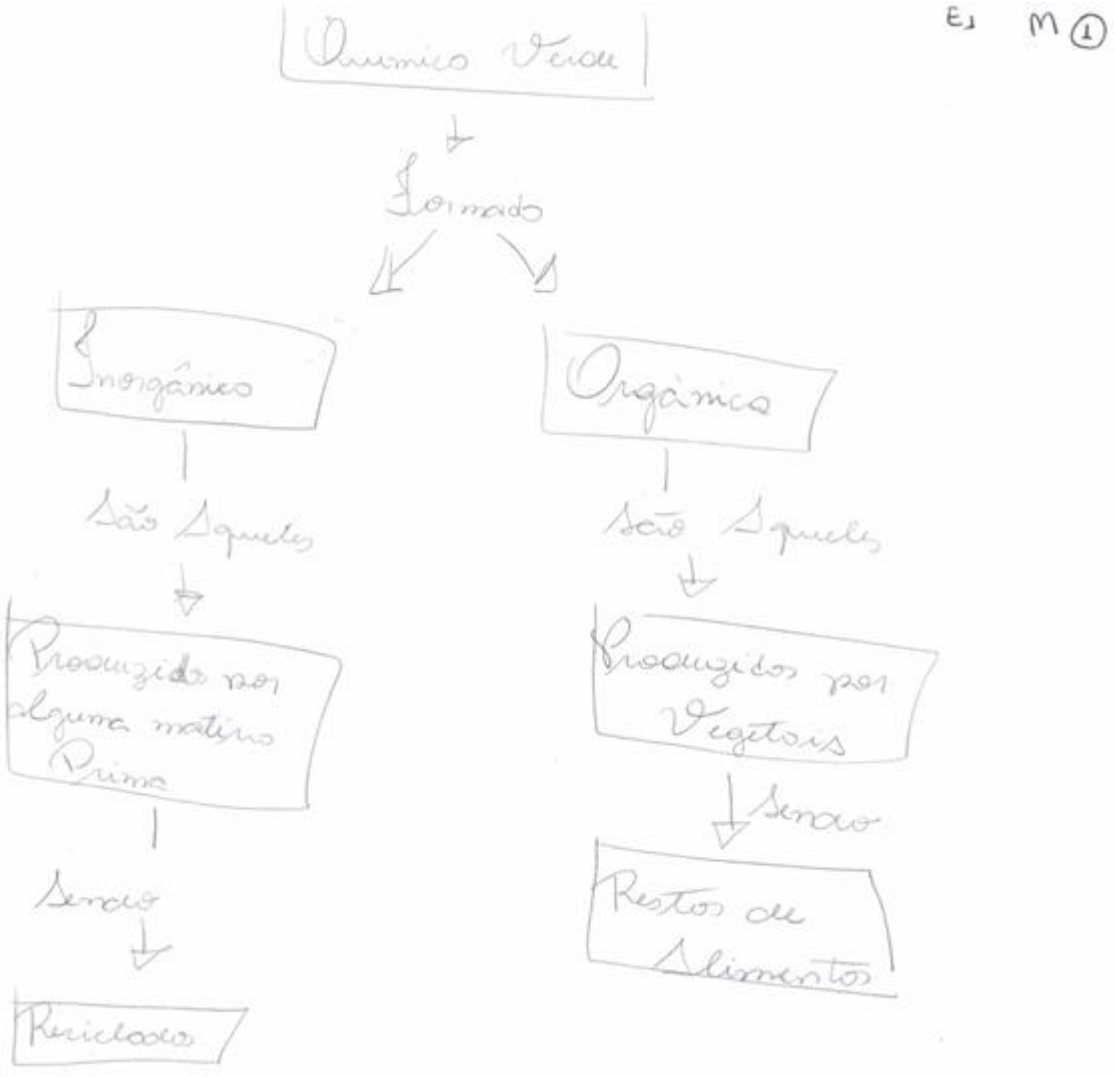
O 3º Grupo: **(Significado da Química Verde),** cujo foco foi o conhecimento da Química Verde, os mapas conceituais foram considerados como adequados e com indícios de um bom entendimento acerca do conceito da Química Verde.

Essa parte é a mais complexa dos elementos conceituais da Q.V. que é definida por Anastas (1998) p. 21, “A Química Verde é a utilização de um conjunto de princípios que reduz ou elimina o uso de substâncias perigosas no projeto, fabricação e aplicação de produtos químicos.”[13]

A seguir serão apresentados os mapas conceituais de cada um dos estudantes, evidenciamos que nem todos os estudantes participaram das etapas da aplicação desta S.D., assim, os demais mapas poderão ser encontrados nos anexos desta dissertação. Ainda vale informar que os mapas apresentados a seguir foram denominados como mapa inicial (M1) e mapa final (M4), observando a respectiva sequência do estudante (E1) até o (E4), sendo estes que participaram de todas as etapas da aplicação.

[13] Tradução nossa: “Green Chemistry is the use of a set of principles that reduces or eliminates the use of hazardous substances in the design, manufacture and application of chemical products”.

Figura 8 – Mapa inicial (M1) do estudante (E1).

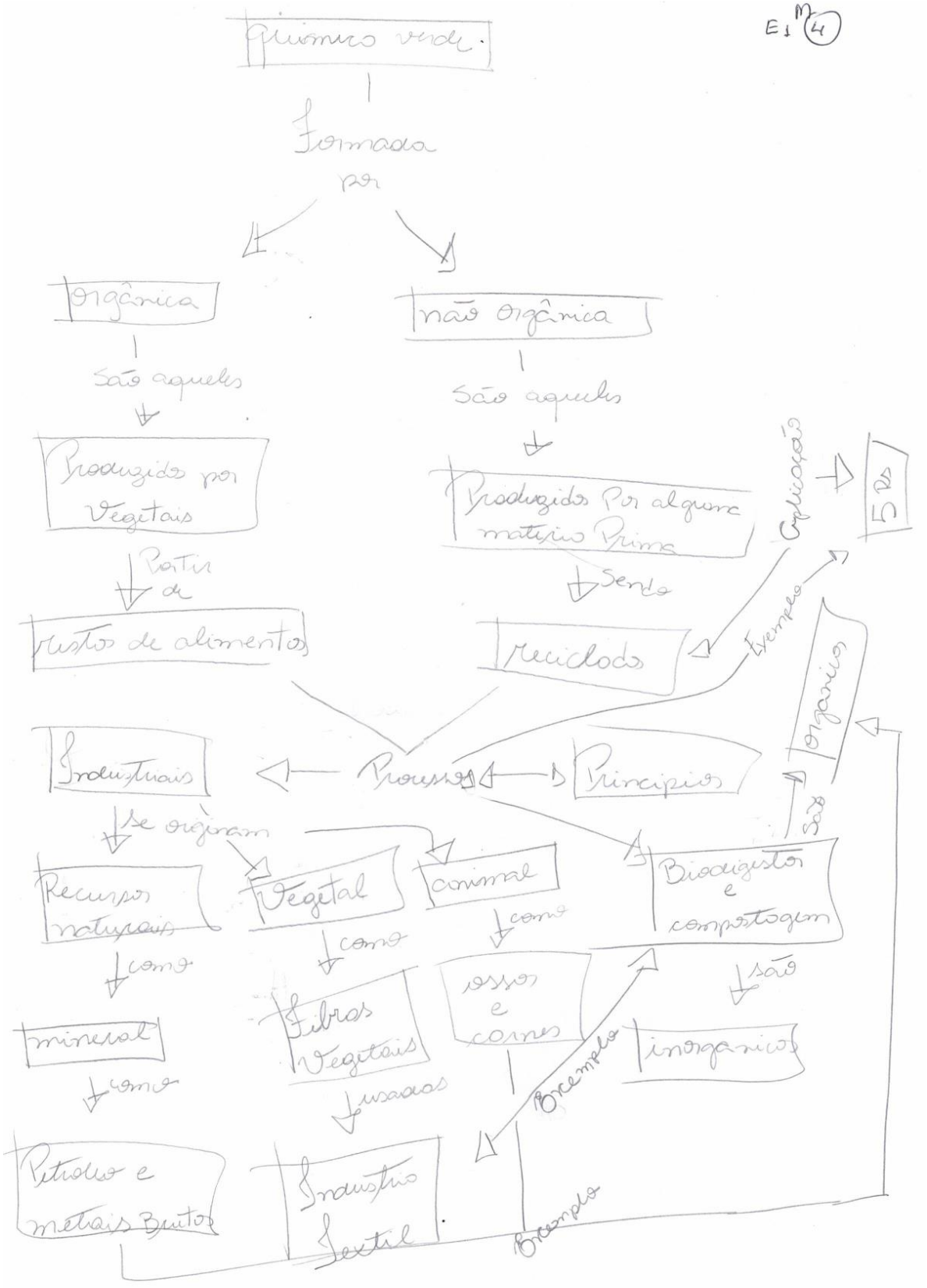


Fonte: próprio estudante (E1), 2019.

Dessa forma, observa-se que o mapa apresentado pelo estudante E1 tem uma proposta voltada para a utilização da reciclagem, oriunda da sua experiência pessoal e leituras próprias. É importante salientar que neste momento da pesquisa os estudantes não tinham nenhuma informação cedida pelo professor, sendo assim, este primeiro mapa tem caráter diagnóstico.

Ainda é possível observar que o estudante tem dificuldades em estabelecer relações de forma transversal e pouca explicação nas suas proposições. A seguir, será apresentado o mapa (M4) do mesmo estudante (E1).

Figura 9 – Mapa final (M4) do estudante (E1).

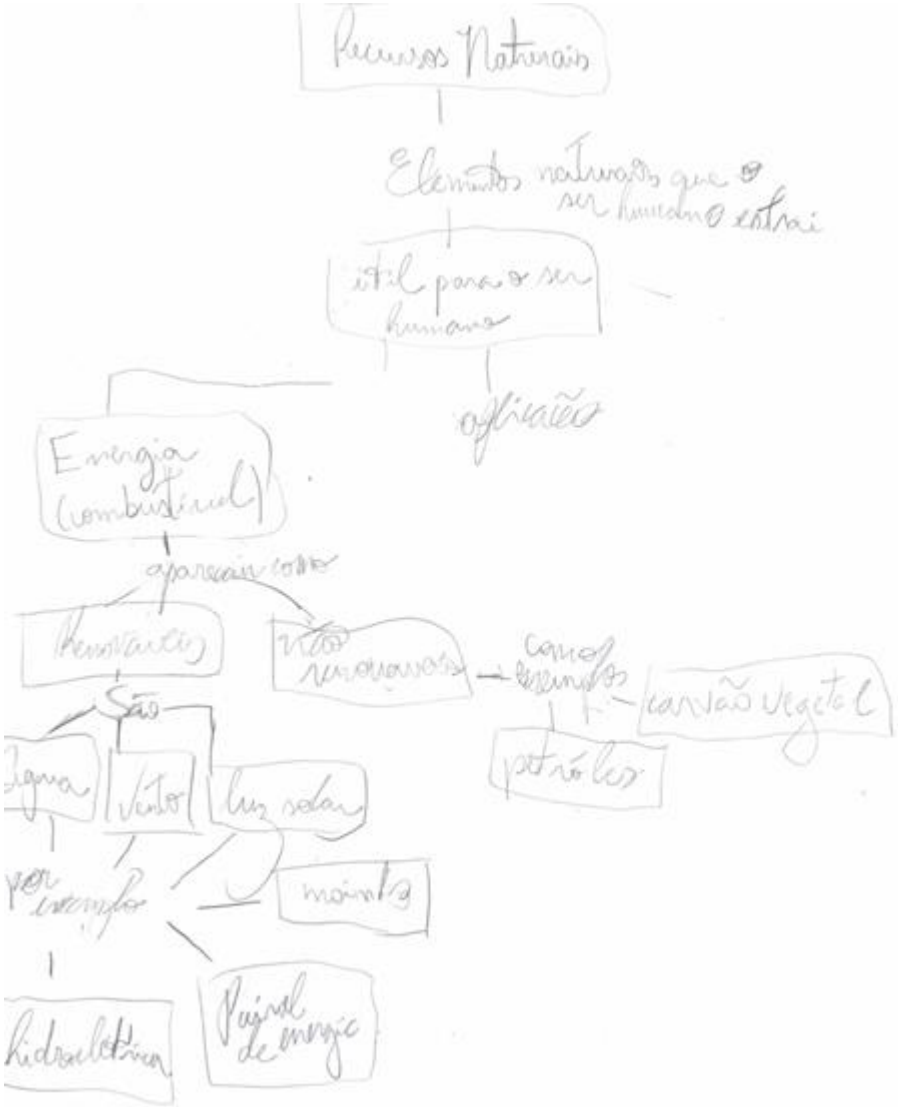


Fonte: próprio estudante (E1), 2019.

No mapa M4 (final) do estudante E1, é possível observar claramente a evolução tanto ao desenvolvimento da confecção do próprio mapa conceitual quanto a evolução da complexidade do conceito da Química Verde Mesmo com algumas limitações foi possível observar a sequência hierárquica do conceito formando as diferenciações progressivas e uma reconciliação integrativa quando ele relaciona as indústrias têxtil com o biodigestor e a compostagem. Os mapas M1 e M2 do E1 foram agrupados no 3º grupo de mapas conceituais considerados como parâmetros, considerados mapas adequados para o significado da Química verde.

A seguir apresentaremos o mapa inicial (M1) do estudante E2.

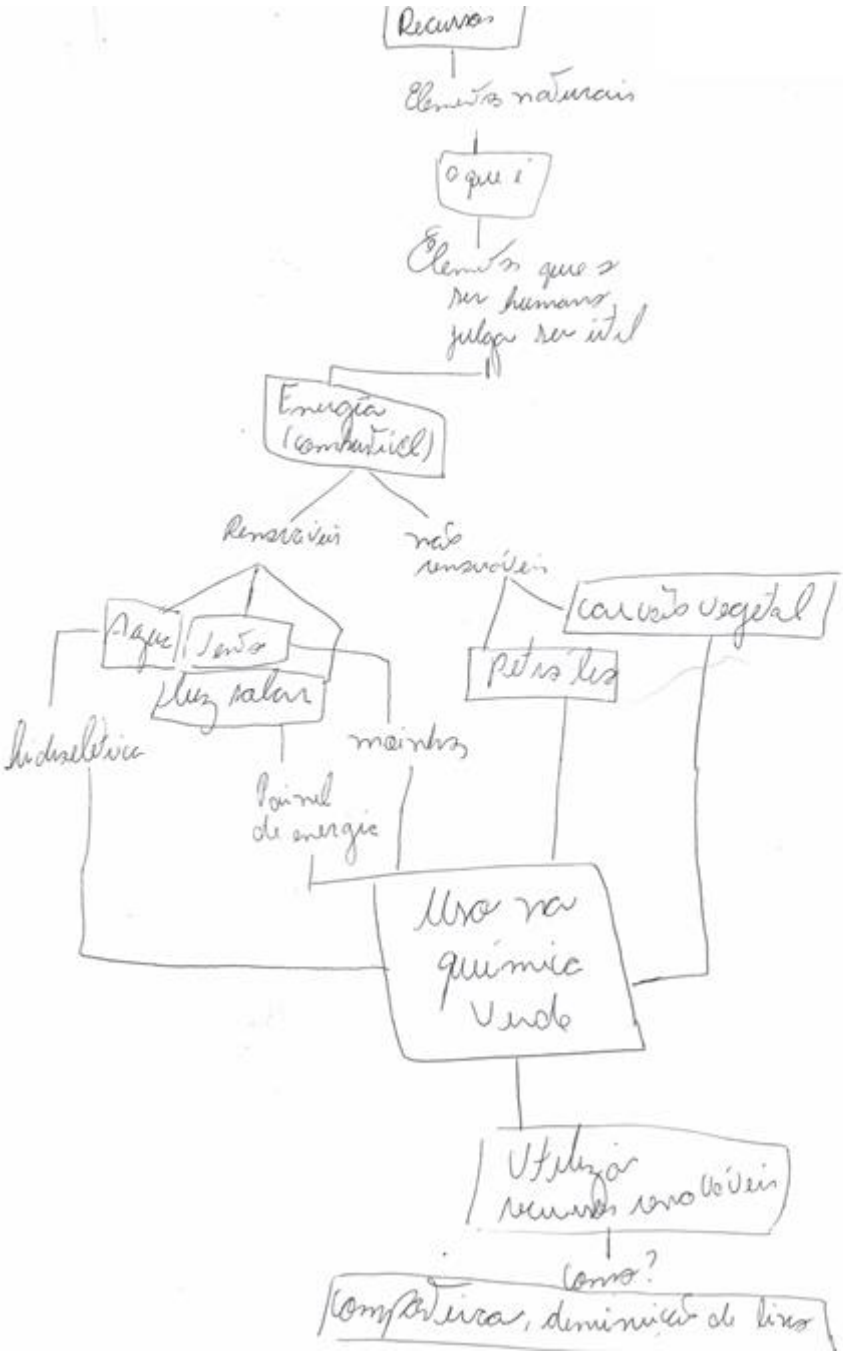
Figura 10 – Mapa inicial (M1) do estudante (E2).



Fonte: próprio estudante (E2), 2019.

O primeiro mapa (M1) do estudante E2 traz conhecimentos acerca de alguma aplicação que remete à Q.V., mas não define muito bem quanto ao seu entendimento acerca de seus princípios. A seguir, vamos apresentar a evolução para o mapa final (M4) deste estudante.

Figura 11 – Mapa final (M4) do estudante (E2).

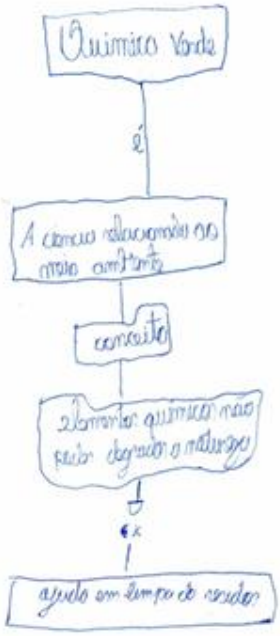


Fonte: próprio estudante (E2), 2019.

O estudante E2, apresentou dificuldade acerca dos recursos naturais, porém expandiu aparentemente a hierarquia do conceito. É importante ressaltar que este não apresenta traços de mapa conceitual, sendo considerado apenas um esquema. O M1 do E2 foi agrupado no 1º grupo de mapas com visão equivocada. Já o M4 do E2, foi agrupado no 2º grupo com visão prática, considerado como satisfatório.

A seguir, visualizaremos o mapa do estudante E3.

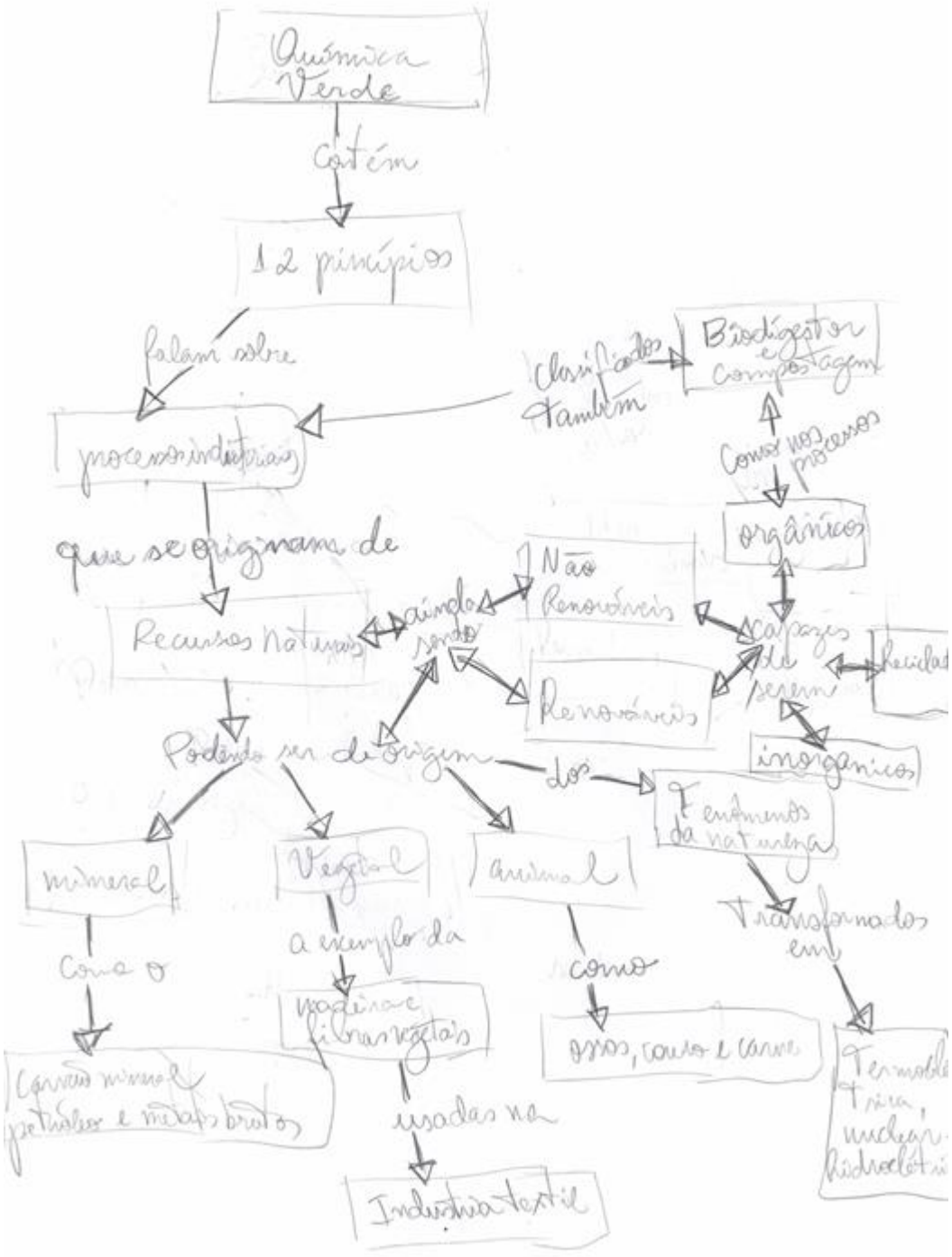
Figura 12 – Mapa inicial (M1) do estudante (E3).



Fonte: próprio estudante (E3), 2019.

Neste mapa introdutório, o estudante E3, não consegue se expressar quanto ao conceito da Q.V. Esse ainda é considerado apenas um esquema, não só pela forma de construção como pela notória ausência de proposições entre os conceitos. A seguir o (M4) final deste estudante.

Figura 13 – Mapa final (M4) do estudante (E3).



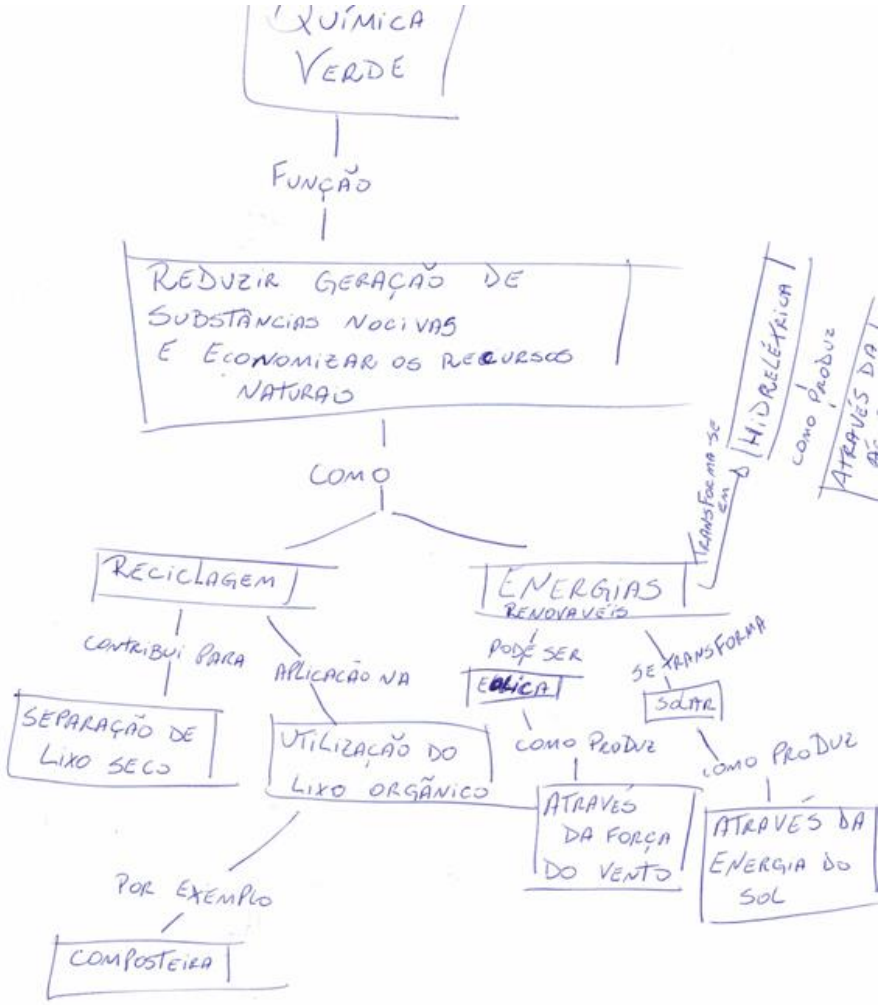
Fonte: próprio estudante (E3), 2019.

No mapa final (M4), notadamente é apresentada uma evolução mobilizada pela intervenção prática, tanto pelo desenvolvimento do contexto do mapa em trabalhar as proposições mais objetivas, mesmo com a ausências de algumas delas, quanto ao fato do desenvolvimento do conceito da Q.V. observado na hierarquização dos conceitos.

O M1 do E3 foi agrupado no 1º grupo dos mapas de visão equivocada, enquanto o M4 do mesmo estudante foi agrupado no 2º grupo de visão prática considerado satisfatório.

A seguir, será apresentado o mapeamento do estudante E4.

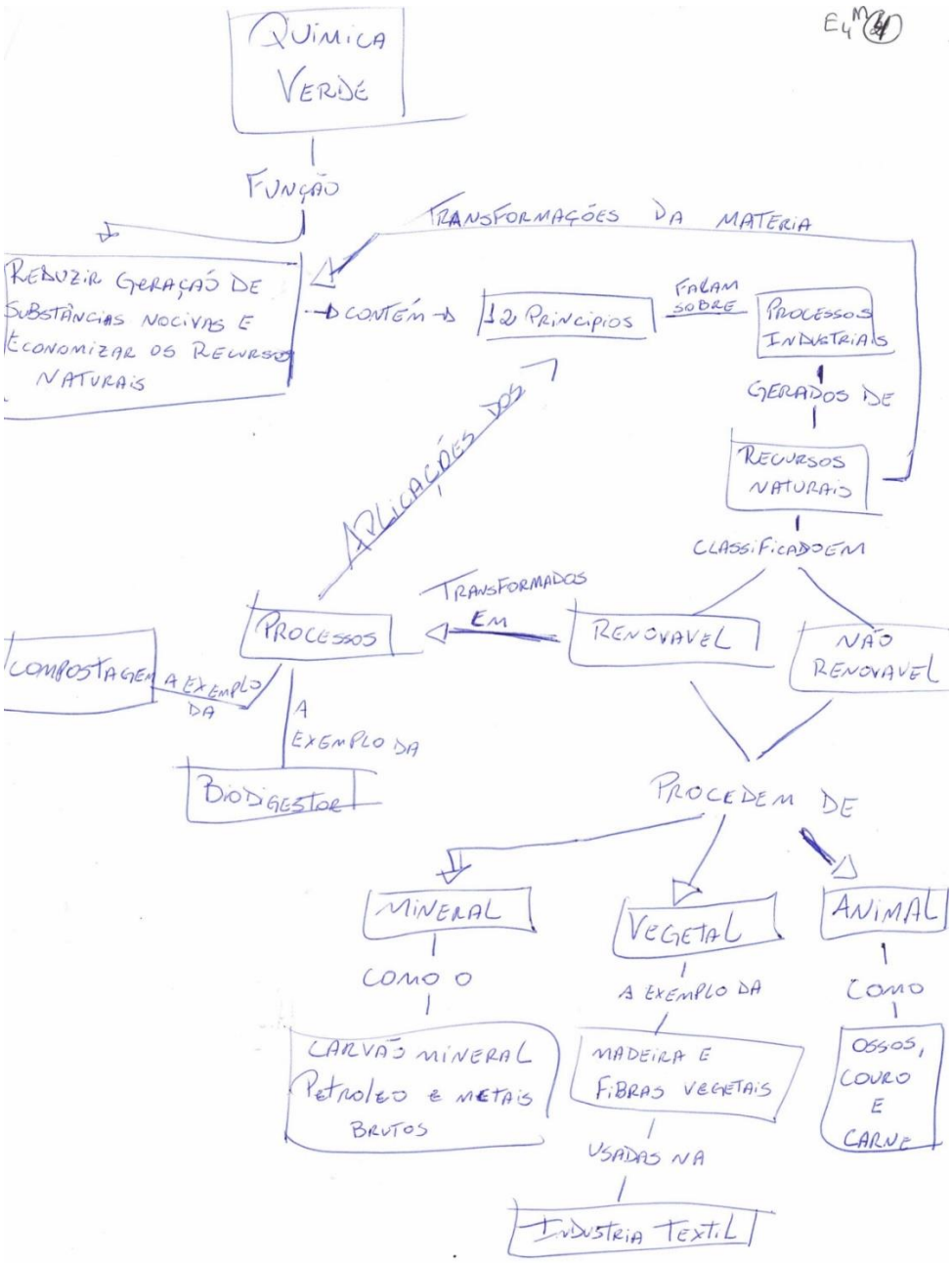
Figura 14 – Mapa inicial (M1) do estudante (E4).



Fonte: próprio estudante (E4), 2019.

O estudante E4, em seu mapeamento inicial apresenta um determinado domínio acerca do conceito da Q.V. e seu mapa é satisfatório frente aos conceitos abordados referentes a Q.V. A seguir veremos o mapa M4 deste estudante.

Figura 15 – Mapa final (M4) do estudante (E4).



Fonte: próprio estudante (E4), 2019.

O mapa M4 (final), do estudante E4, apresenta um aumento nas diferenciações progressivas, e uma relação integrativa.

Como é possível observar, houve uma evolução considerável a respeito das ampliações conceituais nos mapas conceituais analisados. Dessa maneira, a seguir é apresentada a investigação acerca do discurso narrativo das entrevistas acerca dos mapas finais (M4).

O M1 do E4 foi agrupado no 2º grupo de mapas, considerado como satisfatório, enquanto o M4 foi agrupado no 3º grupo considerado como adequado. Isso nos dá indícios de que as atividades aplicadas e organizadas com a hierárquica dos conceitos, forneceram a ancoragem necessária para o conceito da Química Verde.

A seguir vamos apresentar de forma direta algumas falas dos estudantes nas entrevistas referentes ao M4 de cada um deles.

> *(E1)*
> *"A* **Química Verde** *está presente em* **materiais orgânicos e inorgânicos**, *estes passam por processos industriais e podem ser reutilizados, onde os* **12 princípios da Química Verde** *podem ser aplicados, como exemplo da* **reciclagem** *nos* **5Rs** *e da reutilização dos recursos naturais na* **compostagem e biodigestor***"*

Na fala do (E1) perante o (M4), evidenciou-se que, este compreendeu o fenômeno apresentado, explicando com exemplos e em categorias que proporcionaram as diferenciações apresentadas no mapa conceitual, bem como o conceito primário acerca da Química Verde que são os 12 princípios propostos por Anastas (1998). Desse modo, os fragmentos referentes à ATD deste estudante, "reutilização dos recursos naturais", "compostagem e biodigestor", "materiais orgânicos", "5Rs", "reciclagem", referenciam conexões aos princípios da Q.V.: princípio da prevenção de resíduos (P1), síntese segura (P3), produtos seguros (P4), eficiência energética (P6), fontes renováveis de matéria prima (P7), mínimo de derivação (P8), produtos degradáveis (P10) e o princípio da Química segura (P12).

A seguir, a apresentação do fragmento do estudante (E2), na entrevista do M4.

> *(E2)*
> *"**A Química Verde possui 12 princípios** que estão relacionados com a consciência das atitudes dos homens nas utilizações dos recursos naturais dos **5Rs** lá, sendo como exemplos várias aplicações, como fizemos a **compostagem e o biodigestor**"*

Na análise da fala do estudante (E2) em seu (M4), evidencia-se novamente a compreensão acerca da ideia central da Química Verde, os 12 princípios, apresentando novamente evidências das intervenções realizadas com a categorização inerentes ao conceito da Q.V. Assim, a transcrição referente à ATD deste estudante, "utilização dos recursos naturais", "compostagem e biodigestor", "5Rs", referenciam conexões aos princípios da Q.V.: princípio da prevenção de resíduos (P1), síntese segura (P3), produtos seguros (P4), eficiência energética (P6), fontes renováveis de matéria prima (P7), mínimo de derivação (P8), produtos degradáveis (P10) e o princípio da Química segura (P12).

A seguir será apresentada a análise textual discursiva relativa ao estudante (E3) em seu (M4).

> *(E3)*
> *"**A Química Verde contém 12 princípios** que falam sobre processos industriais, que têm origem a partir dos recursos naturais, sendo esses processos classificados em **renováveis e não renováveis** podendo ter várias aplicações dentre elas a **compostagem e o biodigestor**"*

Conforme foi apresentado acima, o estudante (E3) em seu (M4) é notório que a principal conceitual da Química Verde é compreendida pelos 12 princípios. Estes 12 princípios falam acerca dos processos industriais, porém são apresentados os processos industriais como renováveis e não renováveis, e o estudante cita exemplos no seu discurso e em seu mapa, somente dos recursos naturais (compostagem e biodigestor). Dessa forma, a transcrição correlacionada à ATD deste estudante, "recursos naturais", "compostagem e biodigestor", referenciam conexões aos princípios da Q.V.: princípio da prevenção de resíduos (P1), síntese segura (P3), produtos seguros (P4), eficiência energética (P6), fontes renováveis de matéria prima (P7), mínimo de derivação (P8) e o princípios de produtos degradáveis (P10).

A seguir, apresenta-se a transcrição do relato do estudante (E4), em sua entrevista do mapa (M4).

> *(E4)*
> *"Eu entendo que a* **Química Verde é pautada nos 12 princípios***, e esses princípios falam sobre os processos industriais, como a transformação dos recursos naturais* **renováveis e não renováveis***, como os exemplos que fizemos dos* **renováveis***, a* **compostagem e o biodigestor***."*

Com a fala do estudante (E4) em seu (M4), foi possível identificar uma característica de ampliação do conceito do biodigestor, assim, a pesquisa acerca da Química Verde conceituou não só o conhecimento primário acerca da Q.V., como a utilização deste recurso para a geração de energia e como isso ocorre. No trecho destacado acima, o estudante (E4), apresenta termos que indicam, referenciação aos seguintes princípios da Q.V.: princípio da prevenção de resíduos (P1), síntese segura (P3), produtos seguros (P4), eficiência energética (P6), fontes renováveis de matéria prima (P7), mínimo de derivação (P8), produtos degradáveis (P10) e o princípio da Química segura (P12).

De maneira direta, pode-se dizer que a pesquisa cumpriu seu papel, ao propor e aplicar uma sequência didática acerca da Química Verde. Apesar dos resultados não eram totalmente satisfatórios, vale ressaltar o número reduzido de educandos disponíveis em cada fase da aplicação e as seguintes considerações:

- Embora o mapa conceitual, já estivesse sendo trabalhado na aula de Química, era o primeiro contato deles com encaminhamentos metodológicos da Química Verde.
- A turma possuía uma quantidade de estudantes reduzida, por ser uma das primeiras na modalidade Bacharelado, apenas 15 estudantes no total. Participaram da pesquisa apenas seis, sendo quatro analisados.
- Durante a aplicação da pesquisa, o professor encontrava-se como eventual no curso de Ciências Biológicas, portanto, os encontros ocorreram de forma não consecutiva;
- Os estudantes eram oriundos de escola pública e durante o período da aplicação trabalhavam o dia todo, prejudicando a assiduidade.

Quanto aos mapas, o que se observou foi uma construção linear, porém, durante o desenvolvimento, após as intervenções a respeito do conceito Química Verde, observou-se alguns indícios de subsunçor a respeito do conceito.

Seguindo o processo de análise mediante os dados coletados pelos instrumentos já citados, foram observadas algumas imprecisões epistemológicas do conceito da Q.V. as quais consolidaram onze unidades de análise permitindo delimitar quatro categorias.

No quadro 11, apresentamos as categorias elencadas mediante as atividades da sequência didática e suas unidades de análise.

Quadro 11 – Categorização da Sequência Didática proposta e as unidades de análises.

Categoria (CAT.)	Unidade análise (UA)
CAT.1 – Conhecimento Químico	UA1.1 – Química Convencional UA1.2 – Química Verde
CAT.2 –Recursos Naturais	UA2.1 – 5R (reciclagem) UA2.2 – Compostagem UA2.3 – Biodigestor
CAT.3 – Aprendizagem Significativa	UA3.1 – Subsunçores UA3.2 – Diferenciação Progressiva UA3.3 – Reconciliação Integrativa
CAT.4 – Mapas Conceituais	UA4.1 – Visão equivocada UA4.2 – Visão prática UA4.3 – Significado da Q.V.

Fonte: O autor, 2020.

A categoria Conhecimento Químico (CAT. 1), reúne termos que identificam como os estudantes conceituam, percebem e exemplificam o conhecimento químico, sendo dividida em unidades de análise da Química Convencional (Q.C.), e ações antrópicas que evidenciam uma preocupação nos processos químicos considerados como condizentes com a Química Verde Q.V.

Já, na categoria Recursos Naturais (CAT. 2), estão reunidas intervenções as quais promoverão indícios da compreensão dos conceitos correlacionados com a Química Verde, como a utilização de recursos naturais. Essas intervenções são registradas nas unidades de análise como: 5R reciclagem, Compostagem e Biodigestor, que pretendem provocar nos estudantes o senso da

reciclagem como forma de biorremediação, bem como forma de aplicação de exemplos da reutilização dos recursos naturais existentes.

A categoria Aprendizagem Significativa (CAT. 3) reúne termos que indicam evidências da Aprendizagem Significativa, pautadas na observação da construção dos Mapas Conceituais, bem como das entrevistas correlatas pelas unidades (Subsunçores ou conhecimentos prévios) acerca da Química Verde, (Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa) computadas ao longo das intervenções.

Por fim, a categoria Mapas Conceituais (CAT. 4) reúne o registro da visão dos estudantes quanto ao conteúdo da Q.V abordado, evidenciados nas unidades de: Visão equivocada; Visão prática e Caráter do Significado da Q.V.

Analisando as categorias selecionadas na visão geral da aprendizagem significativa, podemos dizer que na aprendizagem significativa, quando o estudante aprende um determinado conceito ele vai diferenciando progressivamente e reconciliando integrativamente os novos conhecimentos com o que ele já sabe, ou seja, ele começa a perceber as semelhanças e diferenças entre a nova informação e o que ele já sabe.

> A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são, portanto, processos que resultam e que ocorrem simultaneamente com a aprendizagem significativa bem caracterizados pela dinamicidade da proposição ausubiliana que demarca as semelhanças entre os conceitos (MOREIRA; MASINI,2001, p.102).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentadas as análises e os resultados obtidos, as considerações aqui apresentadas mostraram a relevância do tema abordado, Química Verde, deixando possibilidades e perspectivas futuras de ampliação do conceito proposto.

Neste sentido, **A Química Verde pode contribuir como estratégia alternativa na aprendizagem da Química?** foi respondida ao longo do percurso didático, conforme pode-se observar na análise das categorias, bem como indícios de aprendizagem de um conceito químico pelos estudantes do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, contribuindo para o desenvolvimento pessoal e

profissional desses estudantes.

Como instrumento de coletas dos dados, nos mapas conceituais pode-se observar uma ampliação a respeito do conceito proposto, além de indícios de diferenciações progressivas e reconciliações integrativas. Dentro dos desdobramentos dessa pesquisa, pode-se observar que o *campus* incluiu em seus PPCs (Plano Pedagógico de Curso) disciplinas de “projeto integrador” com o intuito de discutir conteúdos dos semestres vigentes e passados, desenvolver projetos e soluções para problemas e incentivar a busca por inovações.

A interpretação dos dados, perante à Análise Textual Discursiva, pode contribuir para proposta da pesquisa uma vez que evidenciou o nível de apropriação da linguagem científica pautada nos princípios da Química Verde, bem como, a construção por parte dos estudantes dos mapas conceituais como pressupostos da teoria da aprendizagem significativa.

Conclui-se assim, que a pesquisa cumpriu o seu objetivo de uma estratégia alternativa para o ensino de Química Verde, provendo o debate e aprofundamento deste tema, além de ter permitido desenvolver e aperfeiçoar competencias de investigação e comunicação científica na área de Ensino de Química, certos que essa pesquisa abre precedentes a desdobramentos futuros referentes à metodologia aqui proposta.

REFERÊNCIAS

ADAM, J.M. **A linguística**: introdução à análise textual dos discursos. Tradução Maria das Graças Soares Rodrigues, João Gomes da Silva Neto, Luis Passeggi e Eulália Vera Lúcia Fraga Leurquin. São Paulo: Cortez, 2011.

AFONSO, J. C.; LEITE, Z. T. C. L.; ALCÂNTARA, S. de. **A gestão de resíduos de laboratório na visão de alunos de um curso de graduação de química e áreas afins**. Quim. Nova, Vol. 31, No. 7, 1892-1897, 2008.

AGUIAR, E. F. S.; et al. **Química verde:** a evolução de um conceito. Revista Química Nova, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n7/v37n7a24.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry:**Theory and Pratice. 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.

ARAÚJO, B.; BOAVINDA, J.; BARREIR, C. **Avaliação formativa**: Novas formas de ensinar e aprender. Revista portuguesa de pedagogia, Coimbra, Ano 40-3, 2006. P. 95-133.

ARAÚJO, U. F. **Escola, democracia e a construção de personalidades morais Educação e Pesquisa.**
São Paulo, v.26, n.2, p. 91-107, jul./dez. 2000.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 6ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2016.

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

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

_____; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. 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.

BARROS, F.G.N.; AMIN, M.M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional (4)1: 75-108, 2008.

BRASIL, **Lei das Diretrizes e Bases** Lei nº 9.394/1996 Disponível em:< http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf> Acesso em: 16 mai. 2019

_____, **ForGRA** – Fórum de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/DocDiretoria.pdf> Acesso em: 16 mai. 2019.

BACHELARD, G. A dialética da duração. Ática. São Paulo. 1994.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 4.ed., 2011. 844p.

BERNADELLI, M.S. **A Interdisciplinaridade Educativa Na Contextualização Do Conceito De Transformação Química Em Um Curso De Ciências Biológicas**. UEL-Tese Doutoramento. 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.

CISCATO, C. A. M.; BELTRAN, N. O. **Qúimica: parte integrante do projeto de diretrizes gerais para o ensino do 2º Grau núcleo comum**. Ministério da Educação, São Paulo, 1991.

CHASSOT, A. I. **A Educação no Ensino de Química**. Livraria Inijuí Editora Rio Grande do Sul. 1990.

CHENEY, M.L.; ZAWOROTKO, M.J.; BEATON, S. & SINGER, R.D. Cocrystal controlled solid-state synthesis. **A green chemistry experiment for undergraduate organic chemistry**. J. Chem. Educ. 85 (12). 1649. 2008.

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

CORREA. J. **Novas tecnologias da informação e da comunicação: novas estratégias de ensino/aprendizagem**. In: COSCARELLI, C.V. (Org.) Novas Tecnologias, novos textos, novas formas de pensar. Belo Horizonte: Autêntica, 2002, p.43-50.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica**. Contexto & Educação, v.22, n.77, p.25-49, 2007.

CARVALHO, A. M. P. de. e GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de ciências**. 6. Ed. São Paulo: Cortez, 2001.

DAVYDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1972.

DAVYDOV, V. V., (1988). Problems of developmental teaching. The experience of theoretical and experimental psychological research. Parte I, cap. 1 – The basic concept of contemporary psychology; cap. 2 – Problems of children's mental development. Soviet Education, New York, aug.

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.

____. **Comissão de Gerenciamento de Resíduos Químicos Faculdade de Ciências Campus de Bauru**. 2009. Disponível

em:<http://www2.fc.unesp.br/lvq/downloads/normas_laboratorio_gerenciamento_residuos.pdf&gt>. Acesso em: dez. 2018.

DULLEY, R.D. **Noção De Natureza, Ambiente, Meio Ambiente, Recursos Ambientais E Recursos Naturais**. Agric. São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, jul./dez. 2004. Disponível em: < http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-2-04-2.pdf> Acesso em: 19 fev. 2019.

EMBRAPA, **Recomendações Técnicas para o Uso Agrícola do Composto de Lixo Urbano no Estado de São Paulo**. ISSN 1677-8480. 2009. Campinas. São Paulo. Disponível em:< https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/8691/1/circtec3.pdf> Acesso em: 13 mai. 2019.

FEITOZA, Antônio Carlos; MONTEIRO, Luiz Henrique; DA SILVA, José Humberto

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.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa Qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre. Admed. 2009.

ForGRAD. **A educação do Futuro: O protagonismo do Ensino Superior na formação do Amanhã**. 2019. Florianópolis - SC. Disponível em:<https://forgrad.paginas.ufsc.br/forum-nacional-2019/> Acesso em: 13 fev. 2019

FONSECA, J. C. L. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos**. São Paulo. 2017. Disponível em:<https://www.iq.unesp.br/Home/gerenciamento%20de%20residuos%20quimicos.pdf&gt>. Acesso em: dez. 2018.

FRANKLIN, Scott V.; SAYRE, Eleanor C.; CLARK, Jessica W. **Traditionally taught students learn; actively engaged students remember**. American Journal of Physics, v.82, n.8, p.798-801, 2014.

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

GAYLARDE, C.C.; BELINASO, M. L.; MANFIO, G.P.; **Biorremediação. Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos**. Biotecnologia & Ciência nº 34. Janeiro – Junho 2005. Disponível em:< http://www1.esb.ucp.pt/twt/olimpiadasbio07/MyFiles/MyAutoSiteFiles/FontesInformacao253906202/samorais/Biorremediacao.pdf> Acesso em: 24 mai. 2019.

GALPERIN, P.Y. **Formação de conceitos segundo a teoria de assimilação**. 1959. Traduzido 1998. Rio Grande do Norte - RN. Disponível

em:<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/167.pdf> Acesso em: 10 fev. 2019.

_____, P.Y. **Processo de Ensino-Aprendizagem: a teoria de assimilação**. 1986.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. **A Problematização Das Atividades Experimentais Na Educação Superior Em Química: Uma Pesquisa Com Produções Textuais Docentes**. Quim. Nova, Vol. 34, No. 5, 899-904, 2011.

HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. The relationship between science and religion in the education of protestant biology preservice teachers in a Brazilian university. 2004. Cultural Studies of Science Education, Dordrecht, v. 5, n. 1, p. 103-125, 2010. Disponível em:< https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n4/1516-7313-ciedu-22-04-0831.pdf> Acesso em: 18 mar. 2019.

HALAC, R.; SCHILLER, S; VENTURINI, E.(2005). **Sustainable universities: New knowledge and innovative actions**. THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2005, Tokyo. **Proceedings.** Tokyo, 2005. p. 2316-2322

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

IUPAC. União Internacional de Química Pura e aplicada. **Conferência Internacional de Química Verde**. Disponível em:< https://iupac.org/event/9th-iupac-international-conference-on-green-chemistry/> Acesso em: 20 out. 2020.

JÚNIOR, Carlos Alberto da Silva; FIGUEIRÊDO, Alessandra Marcone Tavares Alves de. **Química verde – "fator e": atividade lúdica aplicada em uma turma inclusiva**. 2018. Número 63, Ano XVI. Março-Junho/2018. ISSN 1678-0701. Disponível em:<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3089> Acesso em: 14 Fev. 2019.

KHALID, A.; ARSHAD, M.; ANJUM, M.; MAHMOOD, T.; DAWSON, L. **The anaerobic digestion of solid organic waste**. Waste Management, v. 31, p. 1737-1744, 2011.Disponível em:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21530224> Acesso em: 22 Ago. 2018.

KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University, 2014.

KIM, J. K.; Oh, B. R.; CHUN, Y. N.; KIM, S. W. **Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste**. Journal of Bioscience and Bioengineering, v.102, p. 328-332, 2006. Disponível em:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17116580> Acesso em: 22 Ago. 2018.

LEAL, M.C. **Reflexões Epistemológicas e a Determinação de Fórmulas e Pesos Atômicos a partir das Leis Ponderais e da Teoria Atômica de Dalton**. Química Nova na Escola, nº 14, Nov. de 2001.

_____. **Didática da Química – Fundamentos e práticas para o Ensino Médio**. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LEONTIEV, A. N. Myshlenie / **El pensamiento**. In: Voprosy filosofii. 1964, núm. 4, citado por DAVYDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1972.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

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.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2008.

LIBÂNEO, J. C; PIMENTA, S. G. "**Formação dos profissionais de educação: visão crítica e perspectivas de mudança**". IN: PIMENTA, S. G. (Org.) Pedagogia e pedagogos: caminhos e perspectivas. São Paulo: Cortez, 2002.

LOZANO, Diana Lineth Parga. **Conhecimento didático do conteúdo sobre a Química verde: O caso dos professores universitários de Química**. No 38. Segundo semestre de 2015 pp. 167 – 182 ISSN 0121- 3814 impresso. ISSN 2323-0126 Web. 2015.

LUCKESI, C. C. **Avaliação de Aprendizagem Escolar**. 3ª Ed. São Paulo: Cortez, 1996.

MACHADO, Adélio S.C. **Química e Desenvolvimento Sustentável – Q.V., QUIVES, QUISUS, Química, Boletim da Sociedade Química Portuguesa**. v. 95, p. 59-67, 2004.

MACHADO, Adélio S.C. **Métricas da Química Verde – A produtividade atômica. Boletim da Sociedade Química Portuguesa.** n. 107, 47-55, 2007.

MACHADO, A.S.C. **Das dificuldades da Química Verde aos segundos doze princípios**. Boletim da Sociedade Química Portuguesa, n. 110, 33-40, 2008.

MACHADO, A. A. S. C. **Da Génese ao Ensino de Química Verde**. Quím. Nova, 2011.

MARIA, T. M. R.; Rui M. D. N.; PEREIRA, M. M.; EUSÉBIO, M. E. S. **Argilas como catalisadores verdes na esterificação do colesterol**. CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA E IDENTIFICAÇÃO DE POLIMORFOS POR MÉTODOS DE ANÁLISE TÉRMICA. UMA PROPOSTA LABORATORIAL INTERDISCIPLINAR PARA O 1º CICLO UNIVERSITÁRIO. Quim. Nova, Vol. 32, No. 8, 2225-2229, 2009.

MARQUES, C. A. et al. **Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de Química na escola média**. Revista Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 2043-2052. 2007. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No8_2043_42-ED06378.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

MARQUEZ, K. S. G.; SILVA, P. C. da. **A Importância dos Conceitos de Química Verde no Ensino de Química**. In: Encontro Nacional De Ensino De Química, XIV. Anais**...** Curitiba: UFPR, 2008**.** Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/eneq/_aimportanciadosconceitosdequimicaverdenoensinodequimicakaremsoraiagarciamarquezpriscilacitondasilvaxivencontronacionaldeensinodequimica2008.trabalho.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

MCKENZIE, L.C.; HUFFMAN, L.M.&HUTCHISON, J.E**."The evolution of a green chemitry experiment: greener brominations of stilbene**. J. Chem. Educ. 82(2): 306. 2005.

MERCER, S.M.; ANDRAOS, J. & JESSOP, P.G. **Choosing the greenest synthesis: a multivariate metric green chemistry exercise**. J. Chem. Educ. 89 (2). 2015, 2012.

MEDEIROS, MN de. **Efeitos da inclusão do farelo de castanha de caju na dieta de ovinos sobre o consumo de matéria seca e desempenho reprodutivo**. Dissertação Zootecnia, Fortaleza, Brasil. 2005. Disponível em:< https://www.feedipedia.org/node/20868> Acesso em: 02 fev. 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva: Processo Reconstrutivo de Múltiplas Faces**.Ciência & Educação, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006

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

_____. BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa, Plátano, 1993.
_____, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula** (Editora da UnB, Brasília, 2010).

_____, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo. Editora Centauro. 2010.

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

_____, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre - RS, Brasil 2012. Disponível em:<http://moreira.if.ufrgs.br>. Acesso em: 08 mai. 2019.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. *In:* **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo. ECAD - Ed. Moderna. 1995.

MORIN, E. et al. **Educar na era planetária**. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 9. Ed. – São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2004.

MORTIMER, E. F. **"Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?"**. Revista Investigações em Ensino de Ciências, V1(1), pp. 20-39, 1995 e 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**.v.1. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000 e 2005. v. 01. 383 p.

NOVAK, J.D.; Gowin, D.B. **Aprendendo a aprender**. Cambridge: Cambridge University Press,1984.

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.

OLIVEIRA, I. **Educomunicação: o conceito, o profissional, a aplicação: Contribuições para a reforma do Ensino Médio**. 2012. Paulinas. São Paulo.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3741456/mod_resource/content/3/A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20entre%20duas%20l%C3%B3gicas_Perrenoud_Porto%20Alegre%2C%20Artmed%2C%201998.pdf> Acesso em: 17 mai. 2019.

PIAGET, J.; **Piaget on Piaget: The Epistemology of Jean Piaget**;.Filme de Claude Goretta para a Yale University, 1988.

PIAGET, J.; **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: Livraria José Olympo Editora/Unesco, 1973.

PRADO, A. G. S. Química Verde**. Os Desafios Da Química Do Novo Milênio**. Revista Química Nova. Vol. 26, No. 5, 738-744, 2003.

PRASS, A. R. **Teorias de aprendizagem**. ScriniaLibris.com.2012.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da natureza**. 6ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2010.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. **Questões ambientais na voz dos formadores de professores de Química em disciplinas de cunho ambiental**. Revista Química Nova. São Paulo, v. 37, n. 3, p. 549-555, out. 2014. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/v37n3a27.pdf>. Acesso em: 07 jan. 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.

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.

SÁ, M. M.; MARQUES, M. V., BISOL, T. B. **Reações multicomponentes de biginelli e de mannich nas aulas de química orgânica experimental**. Uma abordagem didática de conceitos da química verde. Quim. Nova, Vol. 35, No. 8, 1696-1699, 2012.

SERRÃO, Caio Renan Goes; SILVA, Maria Dulcimar de Brito. **A Química Verde presente nos artigos da Revista Química Nova: A divulgação científica dos últimos 10 anos**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

SHELDON, R. A. **Organic synthesis; past, present and future**. Chemistry & Industry (London), p. 903-906, 1992.

SCHWAB, J. (1973). **The practical 3: translation into curriculum**. School Review, 81(4): 501-522 In: **The School Review**, Vol. 81, No. 4 (Aug., 1973), pp. 501-522Published by: The University of Chicago Press. Disponível em:<http://www.jstor.org/stable/1084423> Acesso em: 16 mai. 2019.

SCRIVEN. A.A. La evaluación formativa en la enseñanza y aprendizaje del inglés. Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 1, No. 2, 111-124 ISSN: 2215-8421. Disponível em:<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.18175/vys1.2.2010.01> Acesso em: 12 mar. 2019.

SILVA, Edson Coutinho Da. **Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação**. Concept maps: learning and evaluation proposals. Administração: ensino e pesquisa rio de janeiro v. 16 no 4 p. 785–815 out nov dez 2015.

SILVA, Wilson da.; CLARO, Genoveva Ribas.; MENDES, Ademir Pinheli. **Aprendizagem Significativa E Mapas Conceituais**. EDUCERE XIII Congresso Internacional de Educação. 2017. Disponível em:< http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24179_12230.pdf> Acesso em: 15 mar. 2019.

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

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.

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

UHEARA, F.M.G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio no estudo de equilíbrio químico**. 2005, 235 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12ª.ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 480 p.

VAN ARNUM, S. D. An approach twards teaching green chemistry fundamentals. J. Chem. Educ. 82 (11). 1689. 2005.

WACHOWICZ, Lilian Anna. **A dialética da avaliação da aprendizagem, na pedagogia diferenciada**. 2000. In: CASTANHO, Maria Eugênia e CASTANHO, Sérgio (org.) O que há de novo na Universidade: do projeto pedagógico à prática. Disponível em:< http://grupoempresarial.adm.br/wp-content/uploads/2017/11/O-que-ha-de-Novo-na-Educacao-Superior_M9_AR.pdf> Acesso em: 17 mai. 2019.

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

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. 2ª reimpressão. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2010.

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 Líndóia: Sociedade Brasileira de Química, 2015. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/38ra/cdrom/resumos/T0015-1.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2019.

ZUCCONI F & BERTOLDI M. **Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste**. In Compost: production, quality and use, M de Bertoldi, M.P. Ferranti, P.L'Hermite, F.Zucconi eds. Elsevier Applied Science, London, 30-50 p, 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Dados de identificação

Título do Projeto: Química Verde: Uma Sequência Didática com atividades práticas para a Aprendizagem.

Pesquisador Responsável: RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO

Nome do participante:_____

Data de nascimento:_____

R.G.: _____

Responsável legal (quando for o caso de menores de 18 anos completos):

_____

R.G.:_____

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa “Química Verde: Uma Sequência Didática com atividades práticas para a Aprendizagem”, de responsabilidade do (a) pesquisador (a)RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO.

Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo desenvolver uma sequência didática, pautada nos princípios da Química Verde; instruir os estudantes para a construção e a utilização dos mapas conceituais como facilitador da aprendizagem significativa; apresentar a

Química Verde, como alternativa ecológica para a construção de atividades pedagógicas e desenvolver aulas práticas no contexto do ensino da Química aos estudantes de Bacharelado em Ciências Biológicas.

2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em participar na qualidade de estudante do Curso das aulas ministradas em sala de aula e nas aulas práticas, que ocorrerá nas dependências da Faculdade a qual estou vinculado, incluindo a realização das entrevistas dos mapas por mim confeccionados. Ainda me declaro ciente que a sequência didática será registrada por meio de áudio, vídeo e imagens, sempre com a presença e orientação do professor.

3. Ao participar desse trabalho estou ciente que contribuirei para o produto educacional de mestrando do professor Rafael dos Santos Nardotto*;*

4. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.

5. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação, no entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, serei ressarcido.

6. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de minha participação no estudo, poderei ser compensado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde pelo pesquisador.

7. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

8. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e que os resultados poderão ser publicados, bem como as imagens vídeos áudios transcrições e entrevistas, desde que mantidas as informações pessoais em sigilo.

9. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com o professor Rafael dos Santos Nardotto, pesquisador (a) responsável pela pesquisa, telefone: (14) 99804-2361, e-mail: rafaelsantosquimica2012@gmail.com ou com o programa de Mestrado em Ensino PPGEN – Cornélio Procópio – UENP PR. Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Cornélio Procópio Fone/Fax: +55 (43) 3904-

1922 PR 160, Km 0 (saída para Leópolis). CEP 86300-000 Cornélio Procópio - Paraná – Brasil.

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

Ourinhos, _____ de _____ de 20____.

_____
Assinatura do participante

_____
Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

APÊNDICE B – LISTA QUE CONTEMPLA AÇÕES DA QUÍMICA CONVENCIONAL E DA QUÍMICA VERDE

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 (Q.V)

PROCESSO DE CROMAÇÃO (Q.C)

UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS (Q.V)

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS FÁCEIS DE SEREM DEGRADADOS NO MEIO AMBIENTE (Q.C)

PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO (Q.V)

FABRICAÇÃO DE CIMENTOS E ARGAMASSAS (Q.C)

FABRICAÇÃO DE CELULARES (Q.C)

FABRICAÇÃO DE MEL (Q.C)

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE ALUMÍNIO (Q.C)

PRODUÇÃO DE VIDRO (Q.V)

REDUÇÃO DO USO DA ÁGUA E ENERGIA (Q.C)

PRODUÇÃO DO COPO PLÁSTICO PARA CAFÉ (poliestireno) (Q.C)

PROCESSO DE NIQUELAÇÃO (Q.C)

FABRICAÇÃO DE FIOS DE COBRE (fios elétricos) (Q.C)

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS (Q.C)

PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS (Q.V)

PRODUÇÃO DE GÁS METANO (Q.C)

FABRICAÇÃO DO GÁS GLP (Gás de Cozinha) (Q.C)

BIODIESEL, ETANOL DERIVADOS DA CANA DE AÇÚCAR E BIOMASSAS (Q.V)

FABRICAÇÃO DE KBOA (hipoclorito de sódio + cloreto de sódio) (Q.C)

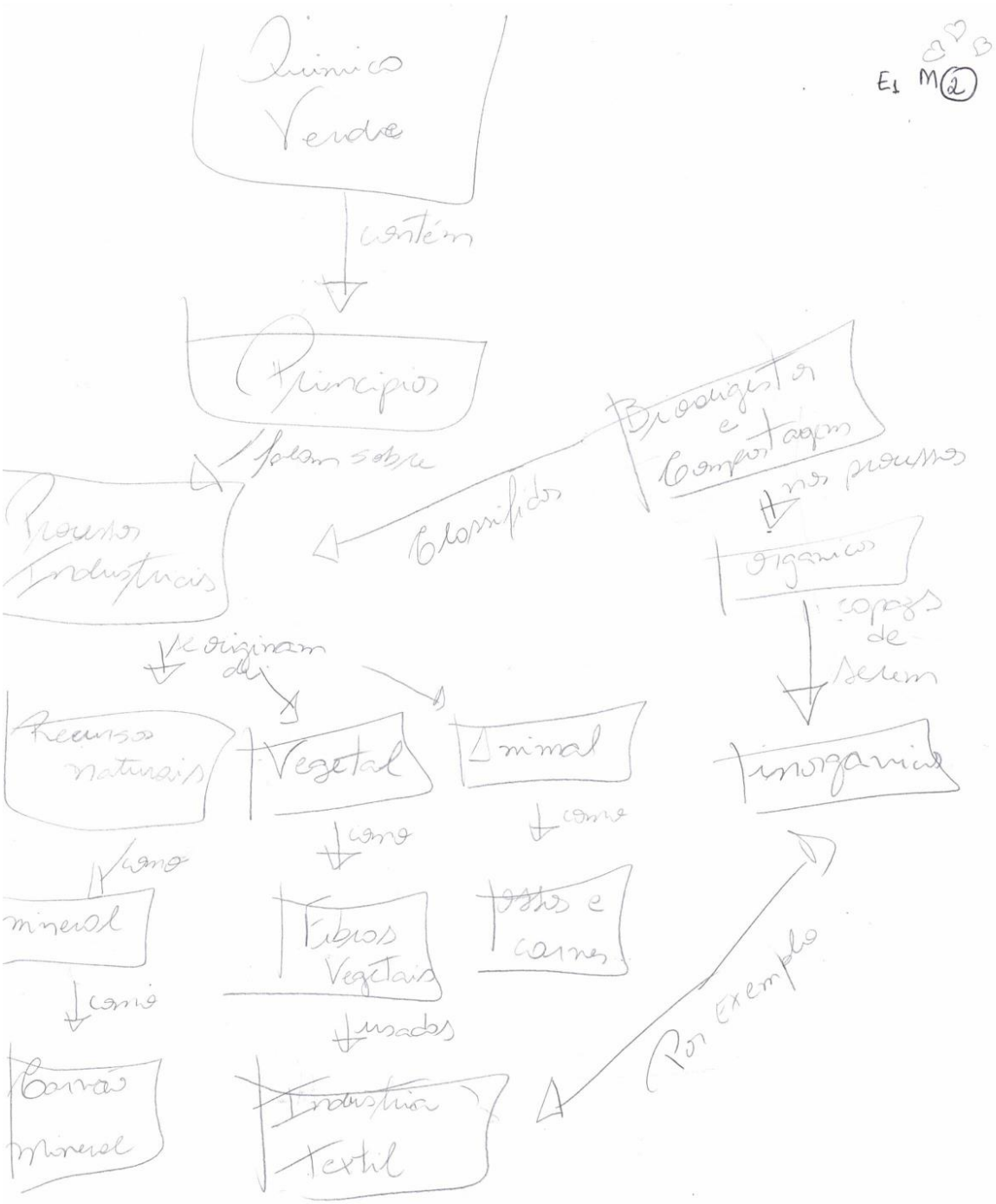
REVESTIMENTO DE TEFLON EM PANELAS (Q.C)

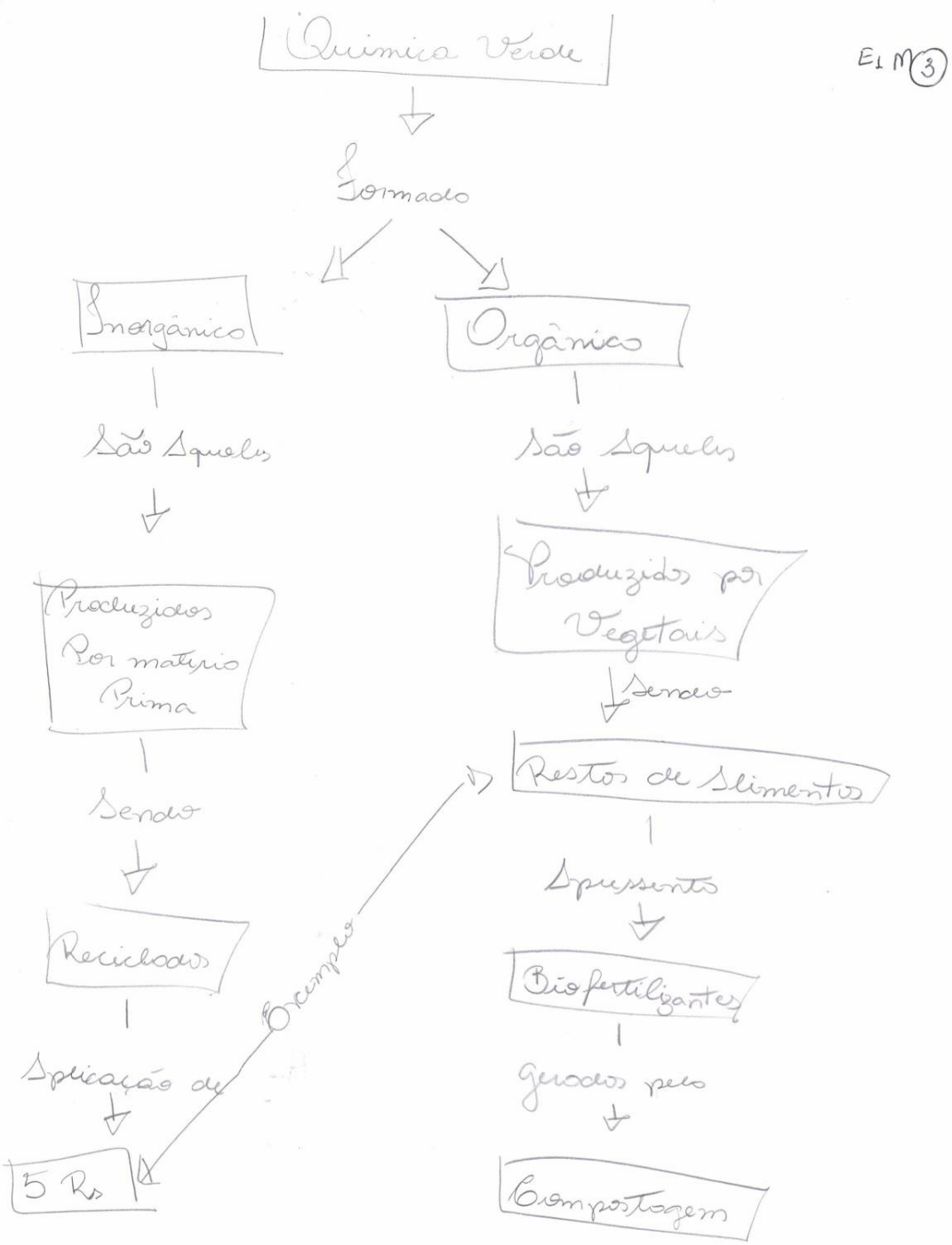
FABRICAÇÃO DE SPRAYS E AEROSÓIS (Q.C)

FABRICAÇÃO DE GARRAFAS PET (Q.V)

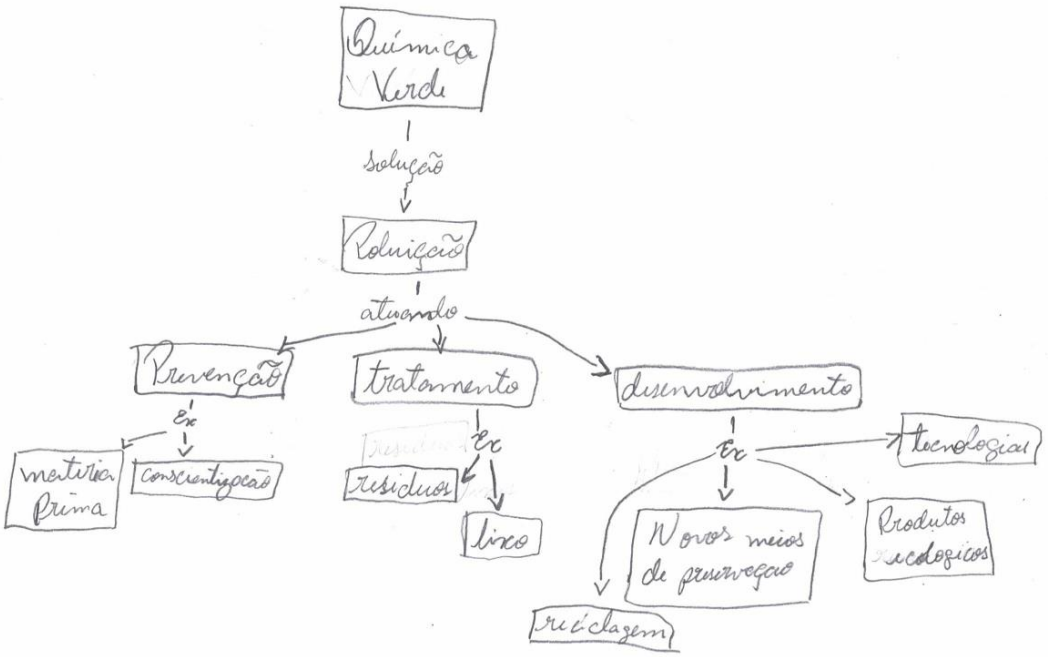
ANEXOS

ANEXO A – Mapas conceituais intermediários (M2, M3)




Química Verde
E.I.M (3)
Formado
Inorgânico
Orgânico
São Aquelas
São Aquelas
Produzidos Por matéria Prima
Produzidos por Vegetais
Sendo
Sendo
Restos de Alimentos
Reciclados
Exemplo
Apresenta
Biofertilizantes
Aplicação dos
Gerados pelo
5 Rs
Compostagem

E 3


Química Verde
solução
Poluição
atuando
Prevenção
tratamento
desenvolvimento
ex
ex
ex
matéria prima
conscientização
resíduos
lixo
tecnologias
Novos meios de preservação
Produtos ecológicos
reciclagem