

PILHA DE ALIMENTOS: CONSTRUÇÃO DE UMA PILHA DE ALIMENTOS USANDO OS PRINCÍPIOS E MÉTRICAS DA QUÍMICA VERDE

Data da submissão: 08/09/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Matheus Willian Santos de Freitas

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/8358686672178188>

Matheus César Côrtes Dias

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<https://lattes.cnpq.br/0065074605506578>

Marya Luísa Damasceno Oliveira

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/5763617309188819>

Ana Paula Bernardo dos Santos

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/8002861099949380>

Lívia Tenorio Cerqueira Crespo Vilela

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/0939589157675437>

Queli Aparecida Rodrigues de Almeida

Instituto Federal do Rio de Janeiro,
campus Duque de Caxias, Rio de Janeiro.
<https://lattes.cnpq.br/5823429559444666>

RESUMO: As atividades experimentais no ensino de Química possuem um papel fundamental para aprendizagem eficaz dessa ciência, uma vez que possibilitam que os alunos consigam visualizar teorias trabalhadas em sala de aula, entendendo sua aplicação prática e permitem também a percepção e problematização de fenômenos químicos fora do ambiente escolar. Entretanto, muitas das vezes focamos apenas nos benefícios que tais atividades podem trazer, ignorando os impactos ruins que podem causar, principalmente ao meio ambiente. Pensando nisso, os autores elaboraram um trabalho utilizando métricas de Química Verde para mostrar que uma atividade experimental pode ser igualmente eficiente sem trazer tantos prejuízos ambientais como as práticas mais utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Química Verde, Métricas holísticas, Pilha de Alimentos.*

**FOOD BATTERY: BUILDING A FOOD
STACK USING THE PRINCIPLES
AND METRICS OF GREEN
CHEMISTRY**

ABSTRACT: The experimental activities in the teaching of Chemistry have a

fundamental role for effective learning of this science, since they allow students to visualize theories worked in the classroom, understanding their practical application and also allow the perception and problematization of chemical phenomena outside the school environment. However, we often focus only on the benefits that such activities can bring, ignoring the bad impacts they can cause, especially to the environment. With this in mind, the authors developed a study using Green Chemistry metrics to show that an experimental activity can be equally efficient without bringing as much environmental damage as the most used practices.

KEYWORDS: Green Chemistry, Holistic Metrics, Food Battery.

INTRODUÇÃO

Introduzir os princípios da Química Verde (QV) desde o ensino básico ajuda a criar um alicerce para a formação de profissionais conscientes capazes de desenvolver novas técnicas mais seguras para o ambiente, para os seres vivos e que poderão repassar essa filosofia para outros futuros profissionais e estudantes.

Autores como Lôbo (2008) e Silva (et al. 2009), durante anos, apontaram inquietações acerca dos processos de uma aprendizagem eficaz e concreta e ainda há entraves que impossibilitam a aprendizagem significativa. Em contrapartida, a importância do uso da experimentação aumenta e se apresenta como um modo de auxiliar os discentes a alcançar tal conhecimento efetivo. Quando experimentos são utilizados de forma complementar às aulas, possibilitam a exploração visual da teoria massiva que é trabalhada em sala. Isto permite que o aluno não só coloque em prática os assuntos, como também os relaciona a problemas de seu dia a dia.

Neste contexto, o eixo temático eletroquímica – que, segundo o Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, é desenvolvido no segundo semestre do terceiro ano do ensino médio, por parte dos discentes é considerado um conteúdo de difícil compreensão. Aliado a isto, está a preocupação recorrente com a sustentabilidade e a necessidade da implementação de seus conceitos na educação.

Nesta direção, o Programa de Educação Tutorial Química Supramolecular, Nanociência e Nanotecnologia (PETNANO) é um grupo que se debruça sobre a tríade universitária: ensino, pesquisa e extensão e está alocado no Instituto Federal do Rio de Janeiro – *campus* Duque de Caxias. O PETNANO possui diversos projetos, dentre eles, um denominado “Química Ao Vivo”, tendo como seu principal propósito, a simplificação de experimentos a partir de materiais acessíveis, de baixo custo e seguros que possam ser realizados dentro ou, especialmente, fora do ambiente laboratorial. Os experimentos são apresentados principalmente nas escolas da rede pública estadual do Rio de Janeiro a nível médio através de oficinas, feiras de ciência, circuito de experimentos e minicursos.

Parte dos experimentos realizados no projeto Química ao Vivo segue, mesmo sem ser de forma intencional, nos primórdios, o 12º princípio da Química Verde proposto por Anastas e Warner (2000) – Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes

– uma vez que são pensados para serem executados fora de um laboratório de forma segura. Alguns outros experimentos seguem, mesmo que de forma não intencional, outros princípios da QV. Diante disso, os conceitos de Química Verde e a própria experimentação podem ser usados como estratégia para auxiliar esta questão.

Perceber a presença desses princípios é o primeiro passo para explorá-los na formação de alunos de Ensino Médio e, dessa maneira, auxiliar na formação de cidadãos conscientes, uma vez que podemos dizer que a base dos 12 princípios da QV é evitar agredir o meio ambiente e a saúde humana através de atitudes que evitem desperdícios de matéria prima e energia, utilizando materiais de origem renovável e biodegradáveis.

As concepções de QV podem ser trabalhadas junto a outras abordagens de forma colaborativa, visando não só a interdisciplinaridade, como também a percepção e possível aplicação dos conceitos além da sala de aula. Mas para isso, é necessário alcançar a aprendizagem significativa.

O objetivo deste trabalho é mostrar a capacidade de utilizar materiais como o produzido pelo PETNANO para abordar conceitos de Química Verde e o estudo das métricas dessa temática no ensino básico e superior, contribuindo assim para a formação de cidadãos e profissionais mais conscientes e preparados para estarem cientes dos problemas acerca do meio ambiente e, como a experimentação utilizando-se reagentes considerados não nocivos a este, pode ser tão eficaz para o ensino e representação visual dos conceitos que a Química Verde engloba.

PRODUÇÃO DO MATERIAL

No ano de 2020, com a pandemia de COVID-19, tornou-se inviável a visita a escolas, entretanto, os petianos do Química ao Vivo deram continuidade a produção de materiais e elaboram uma apostila voltada para o terceiro ano do ensino médio, com experimentos e materiais de acordo com o Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro.

Esse material tem sua origem a partir de pesquisas realizadas na literatura em busca de experimentos que se adequassem à proposta do projeto. Em seguida, há a seleção dos experimentos a partir da viabilidade de reprodução e adaptação do mesmo para a etapa de testagem. Nessa fase a eficácia dos experimentos é avaliada na prática e ocorrendo adaptação para melhorar e simplificar a execução.

Por fim, os roteiros são escritos usando de embasamentos teóricos e compostos pelos seguintes itens: contextualização, o procedimento experimental, os materiais adaptados, a explicação e algumas curiosidades sobre o experimento ou a aplicação dele. Assim, assuntos como: Equilíbrio Químico, Eletroquímica e Química Orgânica, são abordados com experimentos tratando de diferentes conceitos.

ESCOLHA DO EXPERIMENTO

Durante a disciplina de Química Verde, ofertada anualmente no IFRJ - Campus Duque de Caxias, foi sugerido pela professora que um experimento qualquer fosse escolhido e que as métricas de Química Verde fossem aplicadas, para elaborar a Matriz e a Estrela Verde.

Aliado com a vivência dentro do PETNANO, o experimento foi escolhido dentre aqueles selecionados para a apostila destinada ao terceiro ano do ensino médio. “Pilha de Comida” foi o experimento selecionado, relacionado a área de eletroquímica destinado ao segundo semestre do terceiro ano do ensino médio.

MATERIAIS, REAGENTES E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Alimentos diversos	Moedas de cinco centavos	LED de 5mm	Calculadora que utilize uma pilha
Estilete	Pregos de ferro	Lixa	Solda
Fios de cobre	Multímetro		

Quadro 1: Materiais e reagentes

Inicialmente, os pregos precisam ser lixados caso possuam alguma parte oxidada. Em seguida, um prego e uma moeda de cobre são espetados em extremidades opostas de cada alimento. Então é feita a medição da diferença de potencial produzida em cada alimento diferente. O multímetro deve estar ajustado para voltagem em corrente contínua na escala adequada..

Os fios de cobre com as extremidades já decapadas são utilizados para conectar as células em série, a moeda de uma célula ligada ao prego de outra, mas as células das extremidades não são conectadas entre si, deixando livre uma moeda e um prego para que possa ser feita a medição. Por fim, após medir a DDP, as pilhas podem ser utilizadas para ligar a calculadora ou acender o LED.

Para ligar a calculadora, a voltagem das pilhas conectadas deve medir em torno de 1,5V, então basta conectar o prego livre no polo negativo da pilha e a moeda livre no polo positivo. Para ligar o LED, é necessário soldar um fio em cada extremidade do LED e então conectar uma extremidade do prego livre e a outra na moeda livre. Quanto maior a voltagem, mais forte será a luz emitida.

EXPLICAÇÃO DOS CONCEITOS ENVOLVIDOS

O experimento foi pensado como uma opção mais acessível e segura e de forma lúdica serve como exemplo para ser utilizado fora do laboratório, ao utilizar materiais comuns do dia a dia, favorecendo assim o interesse por reproduzi-la em sala de aula.

Já que alguns alimentos são capazes de produzir corrente elétrica em determinadas condições por conta de substâncias químicas como ácidos e sais na composição, o experimento é uma forma de mostrar essa energia. Ao conectar frutas e legumes com o prego e a moeda, é possível perceber a eletricidade através de aparelhos como multímetro e calculadora. Para o experimento realizado, foram utilizados pepino, abobrinha, tomate, limão, batata, banana e maçã.



Fonte: Acervo particular dos autores

Figura 1: Alimentos ligados em série

A pilha é um dispositivo que gera corrente elétrica a partir de reações químicas, possui o anodo e o catodo que são responsáveis pelas semi-reações de oxidação e redução respectivamente. No experimento, é possível fazer uma analogia à pilha de Daniell. O anodo é o ferro do prego e o catodo o cobre da moeda, a ponte salina e as soluções eletrolíticas necessárias na pilha de Daniell podem ser comparadas com o próprio alimento, que possui sais, ácidos e água que servem para equilibrar as cargas formadas e também fornece o reagente a ser reduzido. Esses sais variam de acordo com o alimento utilizado, mas em geral, são sais de sódio, potássio, magnésio, fósforo, cálcio, ferro e outros metais que agem como micronutrientes para os seres vivos. Já o circuito externo é feito pelo equipamento conectado às pilhas e pelos fios de cobre que ligam uma célula à outra.

A semi-reação de oxidação: $Fe(s) \leftrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ $E^0 = 0,44V$ ocorrerá na superfície do ferro, e o ferro oxidado formado se depositará no alimento. Já na superfície do cobre, por não possuir uma solução de sal de cobre para fornecer cátions de cobre para redução, podem ocorrer as seguintes semi-reações de redução: $2H^+(aq) + 2e^- \leftrightarrow H_2(g)$ $E^0 = 0,00V$ e $2H_2O(l) + 2e^- \leftrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ $E^0 = -0,83V$ sendo que a primeira ocorre mais intensamente em meios ácidos.

As duas semi-reações irão gerar uma tensão, que é a diferença de potencial (DDP), ao ligar as pilhas, unindo o polo positivo de uma pilha com o polo negativo de outra, essa tensão é somada e assim as pilhas ligadas em série se tornam capazes de alimentar aparelhos de pequeno de pequeno porte, como acender a luz de um led ou ligar uma calculadora pequena, conforme a figura abaixo.



Fonte: Acervo particular dos autores

Figura 2: Alimentos ligados em série fornecendo energia para uma calculadora

APLICAÇÃO DA QUÍMICA VERDE NO EXPERIMENTO ESCOLHIDO

Os processos da QV podem ser divididos em três grandes categorias: O uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; aumento da eficiência energética, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto; evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

É perceptível então que o experimento escolhido atende duas das três grandes categorias, utilizando alimentos no lugar de soluções salinas de origem não renovável, evitando também o uso de substâncias tóxicas. Buscando desenvolver e implementar produtos químicos que utilizem ou gerem uma quantidade menor de resíduos e substâncias tóxicas que causem dano ao meio ambiente e a saúde humana, a Química Verde se faz tão necessária no ensino, onde devemos ter formas de ensiná-la e aplicar essa filosofia nos experimentos destinados a práticas pedagógicas no Ensino Médio e Superior.

É de extrema importância que um procedimento experimental seja avaliado de acordo com a sua veracidade dentro dos 12 princípios da Química Verde, definindo quais desses princípios serão relevantes ou não para cada estudo.

É possível prever e avaliar a veracidade química dos experimentos através de métricas holísticas, como por exemplo as Matrizes Verdes (MV), podendo ser utilizada para experimentos elaborados em uma aula prática ou então em uma determinada pesquisa. Essa métrica pode estar associada a experimentos com síntese ou sem síntese e a partir dela pode-se descrever e avaliar as melhorias na sistemática desses experimentos (MACHADO, 2014). A MV se baseia na análise SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) avaliando o cumprimento de objetivos previamente definidos. Após definidos os objetivos, identificam-se os pontos fortes (Strengths) e fracos (Weaknesses), as oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats) que se tem para o cumprimento desses objetivos (DUARTE, RIBEIRO E MACHADO, 2015).

Uma outra métrica holística que foi utilizada é a Estrela Verde (EV). Ela considera os mesmos princípios e critérios da MV, porém, como tem uma natureza gráfica, permitindo

comparações visuais bem nítidas. Essa métrica é constituída por uma estrela com o número de pontas necessárias, de acordo com o número de princípios da Química Verde analisados em um determinado experimento (MACHADO, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a Estrela Verde foi montada utilizando os padrões definidos para experimentos sem síntese, apresentados na tabela abaixo, formando assim uma estrela de seis pontas, abrangendo os seis princípios aplicáveis para o experimento em questão.

Princípios da Química Verde	Critérios	Pontuação Total	Pontuação atribuída
P1 - Prevenção	Todos os resíduos são inócuos	3	3
	Formação de pelo menos um resíduo que envolva perigo moderado para a saúde e o ambiente	2	
	Formação de pelo menos um resíduo que envolva perigo elevado para a saúde e o ambiente	1	
P5 – Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras	Os solventes e as substâncias auxiliares não existem ou são inócuas	3	3
	Os solventes e as substâncias auxiliares usadas envolvem perigo moderado para a saúde e o ambiente	2	
	Pelo menos um dos solventes ou uma das substâncias auxiliares usadas envolve perigo elevado para a saúde e o ambiente	1	
P6 - Planificação para obtenção da eficiência energética	Temperatura e pressão ambientais	3	3
	Pressão ambiental e temperatura entre 0°C e 100°C que implique arrefecimento ou aquecimento	2	
	Pressão diferente da ambiental e/ou temperatura > 100°C menor do que 0°C	1	
P7 - Uso de matérias primas renováveis	Todos os reagentes/matérias-primas envolvidos são renováveis	3	2
	Pelo menos um dos reagentes/matérias-primas envolvidos é renovável, não se considera a água	2	
	Nenhum dos reagentes/matérias-primas envolvidos é renovável, não se considera a água	1	
P10 - Planificação para a degradação	Todas as substâncias envolvidas são degradáveis com os produtos de degradação inócuos	3	2
	Todas as substâncias envolvidas que não são degradáveis podem ser tratadas para obter a sua degradação com os produtos de degradação inócuos	2	
	Pelo menos uma das substâncias envolvidas não é degradável nem pode ser tratada para obter a sua degradação com produtos de degradação inócuos	1	
P12 - Química	As substâncias envolvidas apresentam perigo baixo de acidente químico	3	3

inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes	As substâncias envolvidas apresentam perigo moderado de acidente químico	2	3
	As substâncias envolvidas apresentam perigo elevado de acidente químico	1	

Fonte: SANDRI e autores, 2017

Quadro 2: Parâmetros para confecção da Estrela Verde.

Cada ponta da estrela representa um princípio da Química Verde, sendo as áreas preenchidas em verde o quanto o princípio é atendido, com uma pontuação variando de 1 a 3, já as áreas em vermelho mostram o quanto o experimento não se adequa ao princípio.

Usando os parâmetros acima, foi possível montar a estrela verde abaixo para o experimento. O IPE mostrado na figura é o índice de preenchimento da estrela, ou seja, mostra a porcentagem dos tópicos atendidos para definir a verdura do experimento, que nesse caso, foi de 83,3%.

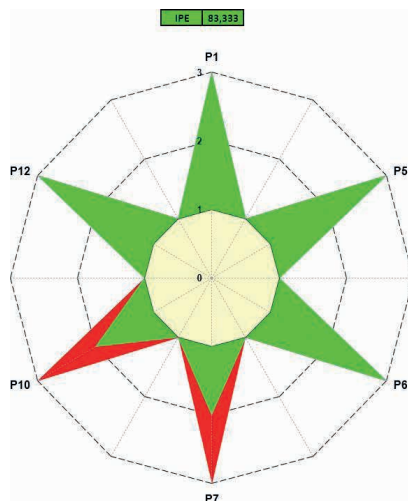


Figura 3: Estrela Verde gerada para o experimento

Fonte: educa.pt

Pode-se perceber que o experimento abordado atende totalmente quatro dos seis princípios aplicáveis. No princípio 1, não ocorre a produção significativa de óxidos ou hidróxidos para tratamento, os resíduos produzidos são biodegradáveis de modo geral. Para o princípio 5, não é necessário o uso de auxiliares ou solventes. Já no princípio 6, não há gasto energético atribuído ao experimento. No princípio 12, o experimento não oferece riscos de acidentes. Quanto aos princípios 7 e 10, o experimento atendeu parcialmente aos requisitos. Para o princípio 7, os metais utilizados são de origem não renovável, portanto, não atende completamente ao princípio. No princípio 10, de acordo com a tabela utilizada para preenchimento da estrela, a pontuação deveria ser 1, contudo, espera-se

que os metais utilizados sejam reutilizados. A moeda e o prego podem ser utilizados para sua função original ou para outros experimentos. Como a tabela não leva em conta a reutilização de materiais, foi decidido atribuir pontuação 2 para o tópico.

Por fim, foi elaborada a Matriz Verde, que permite analisar o experimento de forma a aprimorá-lo e atingir objetivos pré definidos o máximo possível, mas também permite perceber os pontos onde o experimento não pode ser alterado para atingir os objetivos. Para a construção da Matriz Verde, utilizamos alguns critérios descritos por Sandri e autores (2017) e os alunos envolvidos no trabalho preencheram e avaliaram esses critérios, buscando informações de todos os materiais envolvidos na ficha de informação e segurança dos produtos químicos – FISPQ.

Critérios de Análise		Pontos Fortes	Pontos Fracos
P1 - Prevenção	C1 - Riscos Físicos	Substâncias sem indicação de risco físico	Substâncias com indicação de riscos físicos (Explosivo - E; Inflamável - F ou F+)
	C2 - Riscos à saúde	Sem indicação de risco à saúde ou risco baixo (Prejudicial - Xn; Irritante - Xi)	Substâncias com indicação de toxicidade (Tóxico - T; Muito tóxico - T+; Corrosivo - C)
	C3 - Riscos ao ambiente	Sem indicação de riscos para o ambiente (N)	Substâncias tóxicas ao ambiente (N)
	C4 - Geração de resíduos	Não se formam resíduos ou geram-se resíduos inócuos	São gerados resíduos e estes representam perigos físicos, à saúde ou ao ambiente
P5 - Solventes e outras substâncias auxiliares	C5 - Consumo de solventes e auxiliares além dos reagentes iniciais	Não se faz necessário o uso de solventes e auxiliares ou estes são inócuos	Os solventes e/ou auxiliares representam perigo moderado ou elevado para a saúde ou meio ambiente
	C6 - Consumo de água como solvente ou reagente	Consumo baixo ($V \leq 50$ mL)	Consumo elevado ($V > 50$ mL)
	C7 - Consumo de água como facilidade (resfriamento/banhos)	Consumo baixo ($V \leq 200$ mL)	Consumo elevado ($V > 200$ mL)
	C8 - Consumo de outros solventes além de água	Consumo baixo ($V \leq 50$ mL)	Consumo elevado ($V > 50$ mL)
P6 - Eficiência energética	C9 - Consumo de energia	Realiza-se a temperatura e pressão ambientes	Realiza-se em temperatura ou pressão diferentes da do ambiente
P7 - Uso de substâncias renováveis	C10 - Utilização de substâncias renováveis	Todos os reagentes são renováveis	Pelo menos um dos reagentes não é renovável

P10 - Planificação para a degradação	C11 - Uso de produtos degradáveis a produtos inócuos (não considerar a água)	Todos os reagentes são degradáveis	Pelo menos uma das substâncias não é degradável ou gera substância nociva em sua decomposição
	C12 - Utilizam-se substâncias que podem ser reutilizadas em outras experiências ou recicladas após o uso	Utiliza-se	Não se utiliza
P12 - Química intrinsecamente segura	C13 - Riscos de acidentes devido às substâncias envolvidas	No caso de substâncias (Xi, Xn ou sem indicação de riscos)	No caso de substâncias (T, T+, C, O, F, F+)
	C14 - Devido ao uso de equipamentos	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados

Quadro 3: Critérios utilizados para a construção da Matriz Verde dos experimentos executados

Fonte: SANDRI e Autores, 2017

A MV para o experimento escolhido possui os pontos fortes e fracos demonstrando que existe diferentes experimentos que podem ser estudados através dessas métricas holísticas a fim de se obter métodos mais sustentáveis. Os pontos fortes que podemos destacar para esse experimento são: riscos a saúde ou perigo baixo, concentração de ferro oxidado formado é muito baixa para oferecer algum risco, não é necessário a utilização de água, de qualquer solvente ou outra substância auxiliar, realiza-se a temperatura e pressão ambiente e por fim, os eletrodos podem ser reutilizados em outra experiência ou ainda serem reciclados. O ponto fraco e inevitável é que mesmo com a troca de eletrodos, sempre será necessário utilizar algum metal ou material não renovável.

As métricas como a MV e EV podem auxiliar nesse trabalho, avaliando os pontos que podem ser aprimorados e aqueles que não podem para atender o máximo possível aos objetivos estabelecidos e conseqüentemente aos princípios de Química Verde. A avaliação de tais experimentos através da métrica holística permitiu que os alunos se envolvessem com tal análise, tendo um papel de protagonismo, estimulando um olhar mais crítico com relação às práticas no decorrer do seu curso.

Em todos os processos analisados, foi notório o ganho em sustentabilidade, sendo possível a realização dos mesmos com menor consumo de reagentes e originando produtos e/ou resíduos com menor potencial agressivo.

CONCLUSÃO

Podemos perceber a possibilidade de realizar experimentos eficazes para o aprendizado dos alunos e, ao mesmo tempo, disseminar os princípios de Química Verde, trabalhando com experimentos com materiais acessíveis, de baixo custo, pouco poluentes

e com geração mínima de resíduos. Assim como a experimentação é importante, trabalhar questões ambientais também têm sua importância, e na área de Química, além de contextualizações com questões ambientais presentes no dia a dia e que poucos percebem, como chuva ácida por exemplo, a Química Verde trabalha para remediar contaminações ambientais causadas por sínteses e outros experimentos. Introduzir esses conceitos no ensino é fundamental para melhorar a sustentabilidade das indústrias e laboratórios de ensino no futuro.

O experimento não foi planejado para atender aos princípios de Química Verde, mas é notável que os atende. Baseando-se na explicação das duas vertentes dessa filosofia no Ensino de Corrêa e Zuin (2012), Sandri e Santin Filho (2017) - vertentes de técnica/instrumental e crítica - e, após analisar o experimento trabalhado, é possível notar que o mesmo pode ser executado para o ensino de Química de forma significativa utilizando as duas vertentes.

De modo mais simples, mas não menos eficaz, pode-se trabalhá-lo de acordo com a vertente crítica, abordando os princípios de QV utilizados no experimento, sem necessariamente trabalhar a implicação dos mesmos no meio ambiente e sociedade de forma geral. Entrementes, também é possível abordar segundo a vertente crítica, levando a discussão para as aulas teóricas, entendendo como a Química afeta e é afetada pela sociedade e pelo ambiente, apresentando os motivos da necessidade das técnicas verdes de um ponto de vista socioambiental.

Muitos dos experimentos mais clássicos utilizados em laboratório são muito prejudiciais não apenas ao ambiente, mas para a saúde de quem os realiza e, mesmo com o uso correto de epi's e epc's, existe o risco de acidentes e contaminações. Substituir esses experimentos por experimentos mais seguros e menos prejudiciais à saúde humana e ao ambiente e ao mesmo tempo eficazes para o ensino, é possível. Trabalhos como esse realizado pelo PETNANO, que por acaso se alinha com alguns princípios de Química Verde, podem ser o começo para remover alguns desses experimentos mais prejudiciais dos métodos de ensino ao longo do tempo.

A Química Verde se mostra como crítica aos processos tradicionais da química, mas através dela podemos melhorá-los. É de suma importância a disseminação dos princípios desta filosofia em todo o ensino de química, por meio de teorias e práticas, formando profissionais sob essa perspectiva, atentos aos desafios da sustentabilidade, responsáveis, éticos e capazes de rever e reorientar suas atividades, no âmbito da química.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press: Great Britain, cap. 9, p. 94-95, 2000.

CORRÊA, A.G.; ZUIN, V.G. **Química Verde: Fundamentos e aplicações**. EdUFSCAR, 2012.

DUARTE, R.C.C.; RIBEIRO, G.T.C.; MACHADO, A. A.S.C. **Avaliação da Verdura de Atividades Laboratoriais de Sínteses de Química no Ensino Superior em Portugal**. Sociedade Portuguesa de Química, jul-Set./2015. Disponível em: <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/670/article/30001990/pdf>.

LOBÔ, S. F. O Ensino de Química e a Formação do Educador Químico, sob o Olhar Bachelardiano. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 89 – 100, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HVjgHFFn3pQs7wmRPDs85Nm/abstract/?lang=pt>

MACHADO, A.A.S.C. **Introdução às Métricas da Química Verde: uma visão sistêmica**. 1 ed. Florianópolis: UFSC, 2014.

SANDRI, M C M; SANTIN FILHO, **Análise da Verdura Química de Experimentos Propostos para o Ensino Médio**. Actio: Docência em Ciências. v. 2, n. 2, p. 97- 118, Curitiba - jul./set. 2017

SILVA, C. S; CLEMENTE, A. D; PIRES, D. A. T. Uso da experimentação no ensino médio como metodologia facilitadora do processo de ensinar e aprender. **Revista Técnica e tecnológica CTS IFG** - Luziânia, 2015 – Vol 1, nº 1. Disponível em: <http://cts.luziania.ifg.edu.br/CTS1/article/view/31> Acesso em: 13 jan. 2022.

SILVA, R. T; CURSINO, A. C. T; AIRES, J. A; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e Experimentação Uma Análise dos Artigos Publicados na Seção “Experimentação no Ensino de Química” da Revista Química Nova na Escola 2000-2008. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 26 – 46, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/kVzpWKrrjbXLV5bW5kypqSJ/abstract/?lang=pt>