

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA - IFPB
CAMPUS JOÃO PESSOA
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CARLOS ALBERTO DA SILVA JÚNIOR

**QUÍMICA VERDE: A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DIDÁTICAS
NUMA SALA INCLUSIVA.**

**João Pessoa, PB
2017**

Carlos Alberto da Silva Júnior

**QUÍMICA VERDE: A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DIDÁTICAS
NUMA SALA INCLUSIVA.**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* João Pessoa, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo

João Pessoa – PB

Julho de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

S586q Silva Júnior, Carlos Alberto.
Química verde : a utilização de ferramentas didáticas
numa sala inclusiva /Carlos Alberto Silva Júnior
. – 2017.
100 f. : il.
TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Insti-
tuto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Parai-
ba / Coordenação do Curso de Química, 2017.
Orientação: Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves
de Figueirêdo.
1. Ensino de química. 2. Química verde. 3. Inclusão.
4. Química – deficiente auditivo. I. Título.
CDU 37:54

CARLOS ALBERTO DA SILVA JÚNIOR

**QUÍMICA VERDE: A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DIDÁTICAS
NUMA SALA INCLUSIVA.**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* João Pessoa, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo - **IFPB**
Orientadora

Profª PhD Geovana Camargo Vargas - **IFPB**
Avaliadora

Profª Ms. Maria das Graças Negreiros de Medeiros - **IFPB**
Avaliadora

João Pessoa, 18 de julho de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Deus e meu Senhor Jesus Cristo, a quem dedico cada minuto da minha vida, pois Ele é o real sentido e a motivação única de nossa existência. Não teria de forma alguma concluído esse curso sem Sua divina proteção e Seu infinito amor. Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre. Amém!

Aos meus queridos pais, Carlos Alberto da Silva e Edinalva Venâncio da Silva, por terem me ensinado tudo o que sei de bom e nunca terem me deixado faltar nada, material e espiritualmente. Todas as vezes que procuro fazer escolhas na vida, sei que vocês são o maior referencial humano que tenho. Muito obrigado por seu amor, seus conselhos e nunca desistirem de mim, mas sempre acreditarem e investirem na minha formação. Amo vocês.

Às minhas queridas irmãs: Edya Blayne, Eryka Quesnay e Someanny Quesnay por todo amor, toda paciência e real amizade, vocês são minhas verdadeiras amigas. *Merci beaucoup* Eryka por ser o instrumento usado por Deus para que tudo isso começasse. Eu amo todas vocês de todo o meu coração.

À minha grande família, espalhada por todo esse país, que, de modo geral, sempre me ajudou em oração e nunca permitiu que de alguma maneira eu desistisse desse sonho. Em especial, agradeço aos meus avôs Alaíde Venâncio, Benedita Vieira e José Ramos. Amo vocês.

À professora Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo pelo apoio, suporte, incentivo, orientação e desprendimento em ajudar-me. Desde o primeiro período nesse curso, enquanto cursava a disciplina de Química Geral I, soube que a senhora seria minha orientadora. És sempre esforçada, competente e inspiradora no que faz. Muito obrigado por ter sido minha orientadora nessa pesquisa, pelas suas correções e sugestões no pouco tempo que lhe coube.

Ao professor Dr. Gesivaldo Jesus pelas inúmeras vezes que me aceitou como monitor da disciplina de Química Geral II. Em cada momento que pude ajudar meus colegas de graduação, pude perceber o quão importante é “aprender algo enquanto se está ensinando alguém”. Agradeço pelo apoio em todo período que estive como voluntário no Programa Internacional Despertando Vocações para as Licenciaturas (PDVL).

À professora PhD Geovana Camargo Vargas por ter me apresentado, quando eu estava no primeiro período, o Programa Ciências sem Fronteiras (CsF). Tudo parecia tão distante e difícil para mim, mas a senhora sempre disse que éramos capazes, e Deus nos ajudou, por isso fui ao Canadá, como bolsista do CsF, e tive o privilégio de viver uma das

experiências mais incríveis, laudáveis e preciosas da minha vida. *Je vous remercie de votre attention, aide et disponibilité.*

À professora Ms. Maria das Graças Negreiros de Medeiros por ter me apresentado a temática dessa pesquisa, Química Verde, e ter me impulsionado a desenvolver minhas pesquisas e publicações. Posso reafirmar que valeu a pena, quando vejo os frutos de cada renúncia que fiz, para que os trabalhos científicos fossem planejados, desenvolvidos e publicados.

A todos os professores do Curso de Licenciatura em Química, pela dedicação e pelo ensino. São tantos nomes que não me atrevo a listá-los. Agradeço por ter “aperriado” muitos de vocês, mas acredito que valeu a pena, pois aprendi, de fato, o que vocês me ensinaram. Embora tenham sido difíceis as provas, pela graça de Deus, ainda finalizo esse curso reafirmando o que sempre disse e escrevi nas provas: **Deus é fiel**. E reafirmo que não é meu CRE 9,3 que define quem sou, mas Ele, que me criou.

À minha eterna coordenadora do Curso de Licenciatura em Química, professora Ms. Suely Oliveira Carneiro, que tanto me ajudou, suportou e ensinou que diante das lutas, temos que sempre confiar em Deus.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) *Campus* João Pessoa pela oportunidade de fazer esse curso e pelo ambiente amigável e criativo que me proporcionou. Em especial, agradeço ao professor e diretor geral Neilor Cesar dos Santos e a todos os funcionários terceirizados pelo apoio prestado.

Aos funcionários da Biblioteca Nilo Peçanha. O que eu faria sem a ajuda de vocês? Devo destacar que antes mesmo de começar o curso, já estudava nessa biblioteca e me alegrava com a presença de vocês. Em especial, agradeço às funcionárias Augusta e Neves.

Aos técnicos do laboratório de Química, Janainy e Jason, que não apenas me ajudaram nos experimentos dessa pesquisa, mas durante todas as vezes que estive no laboratório. Vocês foram muito legais.

Aos alunos do 1º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental do IFPB *Campus* João Pessoa que, voluntariamente, participaram das aplicações desse trabalho.

De forma toda especial, aos colegas que se destacaram nessa longa jornada: Andrea do Oriente, Mayara Layra, Daniel Gabriel, Joab Barbosa, Aparecida Idalina, Márcio Jean, Danyelle Farias, Isla Marcolino, Isabella Oliveira, Rosely Cavalcante, Jéssica Aguiar, Flávia Rhuana, Niely Souza, Mayzza Márcia, Isabele Francelino, Flávia Raquel, Emerson Moreira, Marta Crescêncio, Lucas Caetano, Jéssica Lorena, Samantha Rayssa, Ravena

Bezerra, Viviane, Bruno Vasconcelos, Luana Reine, Reynaldo Borges, Joedna Sabino, Rafael Xavier, Marconi Junior e todos os colegas de todos os programas e grupos que participei como bolsista ou voluntário [Programa de Educação Tutorial (PET), Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Ciências sem Fronteiras (CsF), Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica (PIBICT), Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Inclusão no Ensino de Química (IEQ) e PDVL] pela convivência e amparo do dia-a-dia. Embora alguns tenham se distanciado com o tempo, outros sempre se mantiveram presente. Deus vos abençoe.

Aos meus amigos mais chegados, irmãos da Família Amisaday: Eryka Quesnay, João José, Midiam Maria e Dihego Feliciano. Amisaday *Forever*. Até aqui nos ajudou o SENHOR!

Por fim, agradeço a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, se eu fosse citar os nomes de todos os que contribuíram nessa formação não caberiam em todas as páginas dessa monografia, pois seria uma lista quase sem fim, todavia, a todos o meu *Merci beaucoup*.

[...] O fim das coisas é melhor que o seu início, e o paciente é melhor que o orgulhoso [...]

(Eclesiastes 7:8, Bíblia Sagrada)

RESUMO

A sociedade brasileira vive processos rápidos de mudanças, e as escolas precisam acompanhar, participar e formar cidadãos para liderarem os novos desafios que surgem, principalmente, na preservação do meio ambiente. No contexto do Ensino de Química e da Educação Ambiental, a Química Verde (QV), como um tema transversal, deve ser trabalhada na escola de forma integrada, contínua e permanente. Desse modo, o objetivo dessa monografia foi sondar e avaliar, de forma geral, o conhecimento prévio sobre a Química Verde dos alunos do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* João Pessoa, assim como adaptar e desenvolver recursos didáticos que facilitem o acesso de alunos ouvintes e com deficiência auditiva nesta temática. Ferramentas didáticas como a experimentação, a ludicidade (jogo didático computacional) e o estudo de caso foram desenvolvidas e aplicadas no intuito de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, fazendo uso de uma metodologia qualitativa e de cunho participativo. Os resultados obtidos mostraram que houve um impacto positivo no aprendizado de TODOS (ouvintes e com deficiência auditiva, usuário de implante coclear) os alunos e um maior interesse pelas disciplinas de Química e de Introdução à Educação Ambiental. Além disso, observou-se que há uma urgente necessidade de se desenvolver mais pesquisas e trabalhos científicos na área, principalmente, no âmbito da inclusão escolar.

Palavras-Chave: Química Verde. Ensino de Química. Estudo de Caso. Experimentação. Inclusão. Implante Coclear.

ABSTRACT

Brazilian society is experiencing rapid change processes, and schools need to accompany, participate and educate citizens to take on the new challenges that arise, mainly, in the preservation of the environment. In the context of the Teaching of Chemistry and Environmental Education, Green Chemistry (GC), as an important theme, must be worked on in an integrated, continuous and permanent way. Thus, the objective of this monograph was to probe and evaluate, in a general way, the prior knowledge about Green Chemistry of students of the 1st year of the Technical Course on Environmental Control Integrated to High School of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB), João Pessoa, as well as adapt and develop didactic resources that facilitate the access of hearing and hearing-impaired students in this subject. Didactic tools such as experimentation, playability (computer didactic game) and case study were developed and applied to facilitate the teaching and learning process, making use of a qualitative and participative methodology. Results showed that there was a positive impact on the learning of ALL (hearing and hearing impaired, cochlear implant user) students and a greater interest in the subjects of Chemistry and Introduction to Environmental Education. In addition, it was noted that there is an urgent need to develop further research and scientific work in the area, especially in the scope of school inclusion.

Key words: Green Chemistry. Chemistry Teaching. Case Study. Experimentation. Inclusion. Cochlear Implant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figura 1 – | Os objetivos gerais da Química Verde (QV) | 19 |
| Equação 1 – | Equação para calcular o Fator E ou <i>E-factor</i> | 21 |
| Gráfico 1 – | Trajectoria original e catalisada para uma reação química genérica . | 23 |
| Figura 2 – | Principais benefícios do uso de jogos educativos computacionais .. | 31 |
| Figura 3 – | Metodologia utilizada no desenvolvimento do jogo | 41 |
| Figura 4 – | Sequência das etapas desenvolvidas no estudo de caso | 42 |
| Gráfico 2 – | Resultados para a pergunta inicial: O que é a Química Verde? | 44 |
| Figura 5 – | Nuvem de palavras dos termos mais usados pelos alunos | 46 |
| Gráfico 3 – | Resultados para a pergunta: Em sua opinião, a Indústria Química, em geral, traz benefícios e/ou malefícios para a sociedade? | 47 |
| Gráfico 4 – | Resultados para a pergunta: Em sua opinião a disciplina de Química é considerada: fácil, difícil, intermediária ou outra resposta? | 48 |
| Gráfico 5 – | Resultados para a pergunta: Você considera compreensível a disciplina de Química? | 50 |
| Figura 6 – | O jogo educativo “QUIZ da QV” | 55 |
| Figura 7 – | Explicando o jogo educativo “QUIZ da QV” | 55 |
| Figura 8 – | Aplicando o jogo educativo “QUIZ da QV” | 56 |
| Figura 9 – | Leitura com a turma do estudo de caso | 58 |
| Figura 10 – | Resposta de uma das equipes para o estudo de caso | 59 |
| Figura 11 – | Turma durante a aula que se trabalhou o Fator E | 61 |
| Figura 12 – | Balas coloridas utilizadas na preparação dos cinco pacotes | 61 |
| Figura 13 – | Equipe durante a atividade lúdica proposta | 62 |
| Figura 14 – | Aula sobre Catálise no laboratório de Química | 64 |
| Figura 15 – | Turma durante a aplicação do experimento da “Batata Espumante” | 65 |
| Figura 16 – | Alunos observando o desenvolvimento do experimento da “Batata Espumante” | 66 |
| Figura 17 – | Decomposição de H ₂ O ₂ catalisado pela vitamina C | 67 |
| Figura 18 – | Decomposição de H ₂ O ₂ (A) na presença de catalisador Vitamina C e (B) na ausência de catalisador | 68 |
| Figura 19 – | Momentos do experimento da “Pasta de Dente de Elefante” | 70 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figura 20 – | Decomposição do H_2O_2 no experimento da “Pasta de Dente de Elefante” | 71 |
| Figura 21 – | Depoimento de um aluno quanto à metodologia usada | 72 |
| Figura 22 – | Estudo de Caso “Problemas na Exportação das Bananas” | 85 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Os doze princípios da QV | 20 |
| Tabela 2 – Fator E em diferentes indústrias químicas | 22 |
| Tabela 3 – Execução das atividades desenvolvidas na pesquisa | 40 |
| Tabela 4 – “Fator E: Qual indústria sou eu?” | 63 |
| Tabela 5 – Resultados para as palavras cruzadas | 74 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--|
| CSF | Ciência sem Fronteiras |
| COAPNE | Coordenação de Assistência às Pessoas com Necessidades Específicas |
| DEPAP | Departamento de Articulação Pedagógica |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| EPI | Equipamentos de Proteção Individual |
| IC | Implante Coclear |
| IFPB | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba |
| IUPAC | <i>(International Union of Pure and Applied Chemistry)</i> União Internacional de Química Pura e Aplicada |
| JEC | Jogos Educativos Computacionais |
| LIBRAS | Língua Brasileira de Sinais |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PCNEM | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| PCN+ | Parâmetros Curriculares Nacionais + |
| QF | Questionário Final |
| QS | Questionário de Sondagem |
| QV | Química Verde |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TICs | Tecnologias da Informação e Comunicação |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 | OBJETIVOS | 17 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 17 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 17 |
| 3. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 3.1 | RELANCE HISTÓRICO E DEFINIÇÃO DA QUÍMICA VERDE (QV) | 18 |
| 3.1.1 | Prevenção | 21 |
| 3.1.2 | Catálise | 23 |
| 3.2 | A IMPORTÂNCIA DA QV NO ENSINO DE QUÍMICA | 26 |
| 3.3 | A EXPERIMENTAÇÃO NA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) | 28 |
| 3.4 | AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NO ENSINO DE QUÍMICA | 30 |
| 3.5 | O ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA | 32 |
| 3.6 | A ESPECIFICIDADE DO ENSINO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA | 34 |
| 4. | METODOLOGIA | 37 |
| 4.1 | UNIVERSO DA PESQUISA | 37 |
| 4.2 | TIPO DE PESQUISA | 37 |
| 4.3 | INSTRUMENTOS DE PESQUISA | 38 |
| 4.4 | PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO | 38 |
| 4.4.1 | Aulas dialogadas e participativas | 40 |
| 4.4.2 | Jogo Educativo “QUIZ da QV” | 41 |
| 4.4.3 | Estudo de caso: “Problemas na Exportação das Bananas” | 42 |
| 4.4.4 | Atividade lúdica “Fator E: Qual indústria sou eu?” | 43 |
| 4.4.5 | Aulas experimentais: Batata Espumante, Catálise por Vitamina C e Pasta de Dente de Elefante | 43 |
| 4.4.6 | Palavras Cruzadas | 44 |
| 5. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 45 |
| 5.1 | DIAGNÓSTICO PRELIMINAR | 45 |
| 5.2 | ESTRATÉGIAS DE AÇÃO: RESULTADOS | 53 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 5.2.1 | Jogo Educativo: “QUIZ da QV” | 53 |
| 5.2.2 | Estudo de caso: “Problemas na Exportação das Bananas” | 58 |
| 5.2.3 | Atividade Lúdica –“Fator E: Qual indústria sou eu?” | 61 |
| 5.2.4 | Aulas experimentais | 65 |
| 5.2.5 | Questionário Final (QF) | 74 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 77 |
| | REFERÊNCIAS | 79 |
| | APÊNDICE A | 86 |
| | APÊNDICE B | 87 |
| | APÊNDICE C | 88 |
| | APÊNDICE D | 89 |
| | APÊNDICE E | 91 |
| | APÊNDICE F | 93 |
| | APÊNDICE G | 94 |
| | APÊNDICE H | 95 |
| | APÊNDICE I | 96 |
| | APÊNDICE J | 97 |
| | APÊNDICE K | 98 |
| | APÊNDICE L | 99 |
| | APÊNDICE M | 100 |

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido para alunos do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) *Campus* João Pessoa, cuja temática central discorreu em Química Verde (QV). Tal trabalho configurou-se a partir de duas questões básicas: Qual o nível de conhecimento que esses discentes apresentavam sobre a QV? E quais recursos didáticos poderiam ser adaptados e desenvolvidos para facilitar o acesso de alunos ouvintes e com deficiência auditiva nesta temática?

As respostas para esses questionamentos foram extremamente relevantes, visto que, a escola precisa promover ações que desenvolvam as competências e as habilidades necessárias à preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida de forma inclusiva.

Nos últimos anos, os problemas ambientais vêm se destacando na mídia nacional. Um exemplo disso foi a tragédia ocorrida com o rompimento da barragem em Mariana, no estado de Minas Gerais (Folha de São Paulo, 2015), no sudeste do país, que levou-nos a uma maior reflexão sobre alternativas mais seguras e sustentáveis para geração de energia. Essa reflexão também deve ser abordada em sala de aula, pois como preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+), ter acesso aos conceitos e conhecimentos químicos:

deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2002, p. 87).

Nesse contexto, quando se trabalha com temáticas de ações científicas ecologicamente corretas, como a Química Verde, voltadas para a formação de cidadãos, consegue-se um conhecimento químico contextualizado social, político e econômico.

Em concernência aos alunos com deficiência auditiva, os professores precisam estar atentos às especificidades desses estudantes para que aqueles possam lhes proporcionar um atendimento específico, adequado e inclusivo, como prevê a Legislação Brasileira (BRASIL, 1999b, 2005). Sob essa perspectiva, é preciso corroborar com Strobel (2009, p. 159) ao afirmar que: “longe de serem considerados como um grupo de pessoas marcado pela deficiência e pela ânsia de cura e normalização, esses alunos com necessidades especiais são caracterizados por elementos próprios que marcam sua diferença”.

Em alusão ao Ensino de Química, os docentes dessa disciplina não possuem uma formação adequada que lhes possibilite trabalhar com alunos com deficiência auditiva. Sendo

assim, eles “têm grandes dificuldades em lidar com a construção de conceitos científicos para esse grupo particular, o que, por sua vez, gera exclusão e distanciamento dos alunos deficientes auditivos nas aulas.” (SOUSA; SILVEIRA, 2011, p.38).

Ademais, o modelo de ensino tradicional (retórica, quadro e giz) adotado por vários professores colabora para o distanciamento dos alunos do ambiente escolar, pois se trata puramente de aulas expositivas, descontextualizadas. Além disso, o professor é visto como o detentor de todo conhecimento, pois ele é quem “transmite” o conteúdo, enquanto o alunado se comporta como receptor do mesmo em sala de aula.

Considerando estes aspectos e estabelecendo foco no processo de ensino e aprendizagem, tanto de alunos ouvintes como aqueles com deficiência auditiva, novas metodologias e ferramentas didáticas precisam ser adaptadas, desenvolvidas e aplicadas para possibilitar uma aprendizagem significativa e inclusiva. Diante disso, a experimentação e o uso de atividades lúdicas têm uma grande importância no Ensino da Química, primordialmente para as pessoas com deficiência auditiva, para as quais o aspecto visual auxilia efetivamente num aprendizado substancial, pois tal disciplina é ainda considerada por muitos estudantes, como sendo abstrata e subjetiva.

Nesse contexto, a aplicação da ludicidade na Química pode ser vista como um meio facilitador na aprendizagem dos discentes, pois essa traz estratégias dinâmicas e, por vezes, divertidas, para a construção do conhecimento (CUNHA, 2012). Em recente publicação, Messeder Neto e Moradillo (2016), divulgaram que o lúdico facilita o docente a atuar na zona de desenvolvimento próximo do discente, mas é imprescindivelmente importante notar que esse instrumento de aprendizagem deve despertar o interesse nos educandos pela Ciência, e não apenas pelo aspecto lúdico em si.

Em seguida, a experimentação, por sua vez, também desenvolve importante função nesse contexto, pois como afirma Cordeiro et al.:

a presença de experimentos durante aulas de química tornam-se cada vez mais importantes para o processo de ensino aprendizagem dos alunos, pois por meio destes podemos “ver” na prática, o que a teoria nos explica, contribuindo ainda para uma melhor relação entre professor e aluno, tornando as aulas cada vez mais interessantes (2015, p. 424).

Em linhas gerais, torna-se importante e urgente uma abordagem metodológica efetiva no ensino de Química, para TODOS (ouvintes e com deficiência auditiva, usuário de implante coclear) os alunos, nos currículos da Educação Básica.

Desse modo, nessa pesquisa buscou-se trabalhar o conteúdo de “Química Verde”, em uma turma do Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental, valendo-se de

ferramentas didáticas como a experimentação, a ludicidade e o estudo de caso, fazendo uso de uma metodologia qualitativa e participante. É primordial ressaltar que, já existem alguns estudos de aplicações da Química Verde no Ensino Médio ou na formação de Profissionais do Campo da Química (FERNANDES; SANTOS, 2010; ZANDONAI et. al., 2014), no entanto, não é do nosso conhecimento um estudo ou aplicações voltados para inclusão escolar nessa área.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Sondar e avaliar, de forma geral, o conhecimento prévio sobre a Química Verde dos alunos do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* João Pessoa, assim como adaptar e desenvolver recursos didáticos que facilitem o acesso de alunos ouvintes e com deficiência auditiva nesta temática.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar e analisar o conhecimento prévio de TODOS os alunos, quanto à temática Química Verde, aplicando um Questionário de Sondagem (QS);
- Desenvolver e adaptar ferramentas didáticas, como jogos lúdicos e experimentos, no ensino de Química, a partir da temática supramencionada, que trabalhem na acessibilidade de alunos com deficiência auditiva e para alunos ouvintes;
- Trabalhar dois princípios da QV, a prevenção (1º princípio) e a catálise (9º princípio), de forma mais significativa, por meio de aulas participativas, de estudo de caso, de experimentação e de atividades lúdicas;
- Aplicar Questionário Pós-Experimentação (QPE) com os discentes;
- Aplicar Questionário Final (QF) com os discentes;
- Analisar e avaliar, sob a égide qualitativa e participante, a eficiência da utilização dessas ferramentas didáticas para alunos ouvintes e com deficiência auditiva, na construção de uma aprendizagem significativa para o tema QV.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão, primeiramente, apresentados um relance histórico e o conceito de Química Verde, destacando-se, respectivamente, dois de seus princípios: prevenção (1º princípio) e catálise (9º princípio). Em seguida, será discutida a importância da QV no Ensino de Química. Ainda serão discutidos pontos sobre a experimentação, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e os jogos educativos computacionais (JEC) como instrumentos auxiliares e facilitadores no processo de ensino e aprendizagem em Química. Por fim, serão apresentadas, de forma geral, algumas considerações sobre as especificidades do ensino para pessoas com deficiência auditiva.

3.1 RELANCE HISTÓRICO E DEFINIÇÃO DA QUÍMICA VERDE (QV)

Historicamente, o livro “Primavera Silenciosa” (*Silent Spring*), lançado em 1962 e escrito pela bióloga americana Rachel Carson, é considerado a primeira publicação com foco em questões ambientais e a obra fundadora do movimento ambientalista moderno (BONZI, 2013). Nessa importante obra a autora afirma que “o problema central de nossa era se tornou a contaminação de todo o meio ambiente com substâncias de incrível potencial danoso” (CARSON, 2015, p. 120).

Na década de 70, a Conferência de Estocolmo ficou conhecida como a primeira conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) com foco em questões ambientais. Nesse evento, centenas de nações participaram e elaboraram dois documentos chamados a “Declaração Sobre Meio Ambiente Humano” e o “Plano de Ação Mundial”, surgindo assim a Educação Ambiental.

Em 1999, o Brasil criou a “Política Nacional de Educação Ambiental” e deu outras providências com a Lei nº 9.795, que no seu art. 1 define a “Educação Ambiental” como sendo:

o processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999a).

Nessa época surgiram nacionalmente as primeiras disciplinas em Educação Ambiental nos cursos de graduação (MOZETO; JARDIM, 2002). Com isso, percebe-se que a história do surgimento do tema em questão é relativamente recente, embora atualmente sua repercussão e relevância tenham tomado uma proporção mundial com o grande crescimento

global. Nesse contexto, a Química vem exercendo uma importante função, por exemplo, no que diz respeito à inserção de produtos com um desenvolvimento sustentável para o consumo humano.

A Química Verde ou Química para o Desenvolvimento Sustentável foi criada para o desenvolvimento, invenção e aplicação de produtos químicos para reduzir o uso de substâncias que prejudicam a saúde humana e o meio ambiente (LENARDÃO et al., 2003). Como a Química está no nosso cotidiano e no centro da ciência (ATKINS; JONES, 2012), entendemos que ela desempenhou e continua a desempenhar um papel fundamental em nossa vida, por isso, estão sendo pesquisadas formas que promovam e melhorem a qualidade de vida e a acessibilidade para todos. A Figura 1 ilustra os objetivos gerais que a QV pretende atingir (SILVEIRA, 2015):

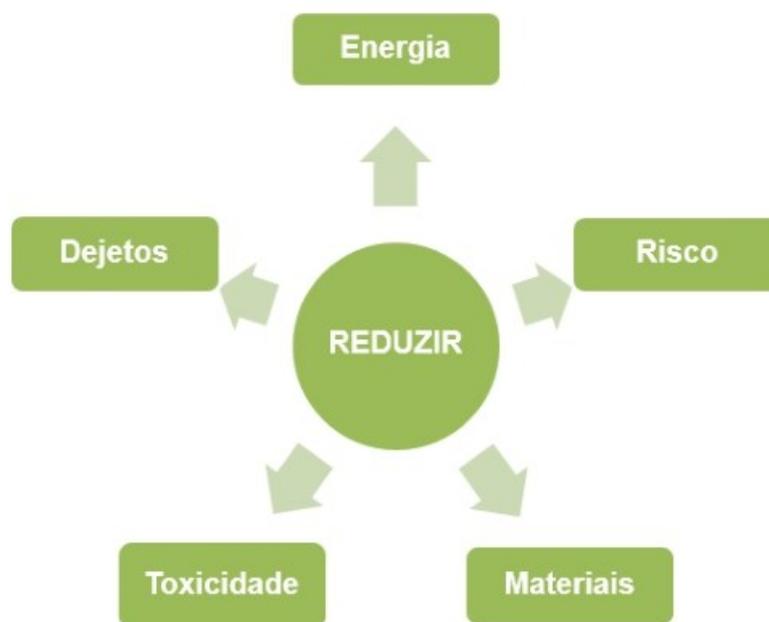


Figura 1 – Os objetivos gerais da Química Verde (QV). FONTE: Adaptado de SILVEIRA (2015).

Para promover e atingir esses objetivos, tais como a descoberta e o desenvolvimento de produtos e processos que eliminem a formação e a utilização de substâncias que prejudicam a saúde e o meio ambiente, foram criados os 12 (doze) princípios básicos da QV. Segundo Lenardão et al. (2003), Wardencki et al. (2005), Ramos (2009), Farias e Fávoro (2011), esses 12 princípios da QV foram propostos pelos cientistas americanos Dr. Paul Anastas e Dr. John C. Warner (1998) e devem ser considerados e seguidos quando se pretende implementar a QV em uma indústria ou instituição de ensino e/ou pesquisa na área de Química. Na Tabela 1 esses princípios e suas respectivas definições

(ANASTAS, WARNER, 1998; LENARDÃO et al., 2003; ANASTAS, EGHBALI, 2010) estão elencados:

Tabela 1 – Os doze princípios da QV.

| Princípios da QV | Definição |
|---|--|
| 1. Prevenção. | É melhor prevenir a formação de resíduos do que tratá-los após a sua geração. |
| 2. Economia de átomos. | Uma reação considerada ideal é aquela na qual seu rendimento é, aproximadamente, de 100% não havendo formação de resíduos. |
| 3. Síntese de produtos menos perigosos. | É preferível reações químicas com substâncias de menor toxicidade. |
| 4. Desenho de produtos seguros. | Determina o desenvolvimento de produtos seguros a partir de reagentes de baixa toxicidade. |
| 5. Solventes e auxiliares mais seguros. | Reduzir o uso de substâncias auxiliares, preferindo as menos nocivas. |
| 6. Busca pela eficiência de energia. | É preciso diminuir o uso de energia provida de fontes não renováveis e aumentar a eficiência energética, ou seja, diminuir a energia gasta durante uma reação química. |
| 7. Uso de fontes renováveis de matéria-prima. | Utilizar matérias primas renováveis. |
| 8. Evitar a formatação de derivados. | Evitar o uso de qualquer tipo de grupo protetor ou modificador em uma reação química com intuito de evitar a formação de derivados. |
| 9. Catálise. | Utilizar catalisadores em uma reação química, aumentando a velocidade da mesma. |
| 10. Desenho para a degradação. | Desenvolvimento de produtos biodegradáveis. |
| 11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição. | As análises de produção de determinado produto devem ser realizadas em tempo real, para que qualquer desvio da ordem natural possa ser corrigido a tempo e evitar qualquer dano ou resíduo ao final do processo. |
| 12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes. | É preciso prevenir acidentes em todo processo químico. |

FONTE: Adaptado de LENARDÃO et al. (2003).

Dentre esses doze princípios, destacam-se dois na literatura, a prevenção e a catálise, isto é, o primeiro e o nono, respectivamente, pois, é muito mais sustentável pensar e desenvolver processos que previnam a formação de resíduos, do que tratá-los após a sua geração (ANASTAS, EGHBALI, 2010). E segundo Lenardão *et al.* (2003, p. 127): “há muitos exemplos descrevendo as vantagens em substituir metodologias clássicas de obtenção de fármacos, ou outras matérias-primas para indústria química, por técnicas catalíticas”. Para a melhor compreensão desses dois princípios, os parágrafos seguintes serão destinados para a

discussão e exemplificação de ambos. Contudo, é importante frisar que, conforme Anastas e Eghbali (2010), o aspecto mais relevante da QV é o conceito de *design*, a partir do qual se infere que os processos, as técnicas e os meios aplicados nascem da intenção humana em realizá-los e não vem pelo acaso ou por acidente, sendo assim, cabe ao homem, como um *designer*, pensar e trabalhar o *design* desses conceitos na sua vida cotidiana.

3.1.1 Prevenção

A prevenção é o primeiro dos doze princípios da QV. Segundo o dicionário Aurélio, o verbo “prevenir” significa “dispor de antemão, preparar ou precaver” (FERREIRA, 2009). Quando a discussão é sobre a produção de resíduos, sejam por processos industriais ou não, o ideal deve sempre buscar “prevenir” sua formação ao máximo, eliminando assim a possibilidade de poluição futura. Como afirmam Anastas e Eghbali:

é melhor evitar a formação de resíduos do que tratá-los após a sua geração. A geração de qualquer material que não tenha valor realizado ou a perda de energia não utilizada pode ser considerada um resíduo ou desperdício. Conforme mencionado acima, os resíduos podem assumir várias formas e podem impactar o meio ambiente de formas diferentes, dependendo da natureza, da toxicidade, da quantidade ou do modo de liberação. Quando grandes porções das matérias-primas iniciais usadas em um processo são perdidas devido ao *design* original do próprio processo, ele irá gerar resíduos inexoravelmente, o que, por definição, é indesejável (2010, p. 303) (tradução nossa).

Em 1992, o cientista britânico Roger A. Sheldon introduziu o conceito do cálculo do “Fator E” ou *E-factor* (de *Environment*, ambiental em inglês) como sendo a razão entre as quantidades do resíduo/desperdício e do produto desejado obtidas para um determinado processo (SHELDON, 1992), como mostra a Equação 1:

$$FatorE = \sum \frac{\text{massa de resíduo/de sperdício (kg)}}{\text{massa produto desejado (kg)}} \quad (1)$$

Em se tratando de geração de resíduos, o Fator E é um critério de avaliação para as reações químicas quando se deseja estimar o desempenho e a eficiência do processo. Analisando a Equação 1, pode-se inferir que quanto maior for o valor do Fator E, menos ambientalmente correto é o processo, pois acaba gerando uma maior quantidade de resíduos. O valor ideal do Fator E é zero (SHELDON, 2017), pois desse modo, a massa de resíduo/desperdício é igual a zero, obedecendo assim o primeiro princípio da QV.

Segundo Sheldon:

o conceito de Fator E desempenhou um papel fundamental na condução da ecologização das indústrias químicas e tem sido adotado pelas mesmas e por instituições em todo o mundo, sendo um meio muito simples para medir a eficiência e a sustentabilidade da indústria química (2017, p. 38) (tradução nossa).

A Tabela 2 apresenta os fatores de eficiência comuns de determinadas indústrias e revela a enormidade do problema da geração de resíduos nesses diferentes segmentos (SHELDON 2017, p. 19):

Tabela 2 – Fator E em diferentes indústrias químicas.

| Tipo de indústria | Produção (ton/ano) | Fator E (kg de resíduo por kg de produto) |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| Refinaria petrolífera. | 10 ⁶ –10 ⁸ | < 0,1 |
| Química pesada. | 10 ⁴ –10 ⁶ | < 1–5 |
| Química fina | 10 ² –10 ⁴ | 5–50 |
| Química farmacêutica | 10 –10 ³ | 25–100 |

FONTE: Adaptado de SHELDON (2017).

Pode-se observar que as indústrias com produção em grande escala, como a Refinaria petrolífera, possuem Fator E pequeno ($< 0,1$), resultado da otimização dos processos. Todavia, as indústrias que apresentam processos mais refinados, como a Química farmacêutica, com processos de purificação e separação de produtos em várias etapas, possuem Fator E grande (25 – 100).

Segundo Silveira:

apesar de calcular a eficácia na prevenção da geração de resíduos, o fator E não considera a natureza do resíduo e o seu impacto no meio ambiente, falhando com um dos principais objetivos da Química Verde, que é diminuir a poluição e os impactos da indústria química na natureza. A partir do momento em que se investe em tecnologias mais limpas para a produção, não há a necessidade de investimentos pesados no tratamento de resíduos (2015, p. 5).

Diante disso, a preservação não pode ser abordada como um fim em si mesma ou algo difícil demais para ser aplicado no ambiente escolar, todavia ela deve propiciar o desenvolvimento de atitudes sustentáveis que permitam a participação da sociedade no desenvolvimento ambiental, científico e tecnológico.

3.1.2 Catálise

A catálise é o nono dos doze princípios da QV. Etimologicamente, a origem da palavra catálise provém do grego *katálusis*, que significa decomposição ou dissolução e, originalmente, foi introduzida pelo cientista sueco Jöns Jakob Berzelius, que observou que certas substâncias químicas aceleram uma reação (RINALDI et al., 2007). Essas substâncias foram chamadas de catalisadores, que podem ser definidos como:

espécies químicas que aceleram a velocidade média reacional ao criar mecanismos de reação alternativos e com barreiras energéticas menores, sem serem consumidos na reação em que participam. Espera-se que reações catalisadas sejam mais rápidas que as que não têm catalisador (NOVAES et al., 2013, p. 29).

Para que uma reação química ocorra, é necessária uma quantidade mínima de energia, chamada energia de ativação. O catalisador, sem ser alterado ou consumido durante a reação, pode diminuir esta energia de ativação, como mostra o Gráfico 1:

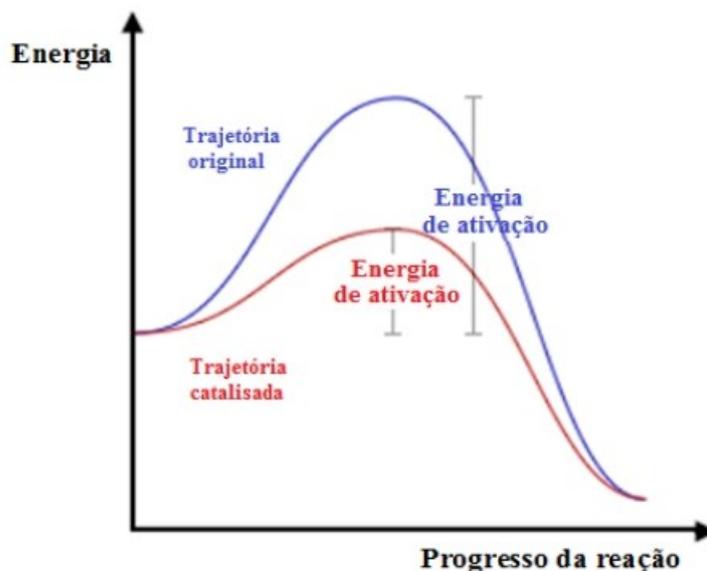


Gráfico 1 – Trajetórias original e catalisada para uma reação química genérica. FONTE: Adaptado de ATKINIS; JONES (2012).

O Gráfico 1, mostra o efeito de um catalisador em uma reação química hipotética. O nível de energia dos reagentes iniciais está na extrema esquerda do gráfico, enquanto que o dos produtos está na extrema direita. Observa-se que a via catalisada, em vermelho, possui uma energia de ativação menor, mas produz o mesmo resultado final que a via não catalisada, em azul.

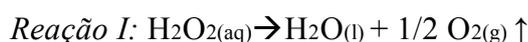
Desse modo, segundo Atkins e Jones (2012), o uso de catalisadores, ao fornecer um mecanismo alternativo para a reação química e uma energia de ativação mais baixa do que

o caminho original, agrega vantagens econômicas e ambientais ao possibilitar uma economia ou redução de tempo, energia e reagentes, pois, em alguns casos para tornar viável uma reação muito lenta, utiliza-se como recurso o aumento da concentração de um dos reagentes, implicando em maior gasto de matérias-primas, além de desperdício, por conta do excesso não consumido. Nesse contexto, o uso de catalisadores é bastante benéfico (SILVEIRA, 2015). Além disso, se uma dada reação pode produzir uma variedade de produtos, o catalisador pode ajudar a direcionar a reação para gerar um subgrupo específico de produtos, isto é, aumenta-se a seletividade. Segundo Farias e Fávoro:

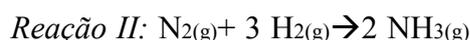
mais de 80% dos produtos químicos são produzidos usando-se catalisadores. Somente as indústrias de petróleo da Comunidade Europeia geram entre 3.500 e 6.000 t de catalisadores usados por ano e, no contexto mundial, aproximadamente 60.000 t de catalisadores usados, contendo metais de transição e/ou refratários, são produzidos por ano (2011, p. 1091).

Os catalisadores podem ser classificados em heterogêneos ou homogêneos, sendo os catalisadores biológicos ou biocatalisadores, frequentemente, considerados um grupo separado. Um catalisador heterogêneo é aquele que está em uma fase diferente da dos reagentes. Por exemplo, um catalisador sólido pode ser utilizado numa mistura reacional líquida. Por outro lado, um catalisador homogêneo é aquele que está na mesma fase que a dos reagentes. Por exemplo, o catalisador pode ser dissolvido numa mistura reacional líquida (ATKINS; JONES, 2012).

Na Reação I descrita, a decomposição de peróxido de hidrogênio, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, usando bromo dissolvido, $\text{Br}(\text{aq})$, como catalisador é um exemplo de catalisador homogêneo:



Por outro lado, a Reação II que segue representa o processo de Haber para a produção de amônia, que pode ser catalisado pelo elemento químico ferro, que é um exemplo de catalisador heterogêneo nesse processo:



Nesse exemplo, segundo Atkins e Jones:

o reagente é adsorvido na superfície do catalisador. Quando uma molécula de reagente se liga à superfície do catalisador, suas ligações são enfraquecidas e a reação pode ocorrer mais rapidamente, porque as ligações são quebradas mais facilmente. Uma etapa importante do mecanismo de Haber é a adsorção de moléculas de N_2 sobre o ferro e o enfraquecimento da ligação tripla forte $\text{N}\equiv\text{N}$. (2012, p. 597).

No estudo da catálise, existem também os catalisadores biológicos ou biocatalisadores, como já mencionados anteriormente, que “abrangem os processos em que um catalisador biológico é utilizado para a conversão de um substrato em um número limitado de etapas enzimáticas” (OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009, p. 745). Em suas análises sobre as contribuições e perspectivas da utilização desses agentes catalíticos, esses autores afirmam que:

em sistemas vivos, uma infinidade de catalisadores promove a construção de incontáveis moléculas, desde as mais simples até as mais complexas. As enzimas catalisam a interconversão de inúmeras estruturas moleculares, desempenhando tarefas que vão desde a fixação de nitrogênio até a biossíntese de uma rica diversidade de metabólitos que podem estar associados a inúmeras formas de comunicação. (OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009, p. 742).

As enzimas são catalisadores biológicos cuja função é modificar moléculas de substrato e promover reações (OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009; ATKINS; JONES, 2012). O papel da catálise na minimização de resíduos é discutido e ilustrado por Sheldon (2017), com exemplos de processos catalíticos verdes, tais como oxidações aeróbicas de álcoois, formação catalítica de ligação C-C e metátese de olefinas. Dessa maneira, são evidentes as vantagens da substituição de processos clássicos por processos catalíticos verdes (SHELDON, 2017), sejam em sistemas biológicos ou processos industriais. Como discutido anteriormente, as enzimas, nos organismos vivos, catalisam numerosas reações bioquímicas que sustentam a vida. A pesquisa e a inovação sobre catálise buscam processos mais ecoeficientes e continuam sendo o foco de muitos pesquisadores das ciências pura e aplicada.

A QV vem conquistando cada vez mais espaço em todo mundo, seja em universidades, indústrias, agências governamentais e organizações não governamentais, promovendo o uso dessa ciência para a prevenção da poluição ambiental (FARIAS; FÁVARO, 2011). Sendo assim, evidencia-se a importância dessa abordagem ambiental, mesmo que, para alguns autores, ela não seja uma real novidade, “uma vez que a busca de um desenvolvimento autossustentável está há anos incorporada nos ideais do homem moderno” (RAMOS, 2009, p. 3). Diante dessa conjuntura, os princípios da QV devem ser abordados e trabalhados por todos os docentes da disciplina Química, nos mais diversos níveis da Educação, para que possamos crescer sustentavelmente, com ganhos socioeconômicos, preservando o meio ambiente e a segurança da população.

3.2 A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA VERDE NO ENSINO DE QUÍMICA

No contexto do Ensino de Química e da Educação Ambiental, a Química Verde, como um tema transversal, deve ser trabalhada na escola de forma integrada, contínua e permanente. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) preconizam o desenvolvimento de “atitudes compromissadas com o ideal de cidadania planetária, na busca de preservação ambiental do ponto de vista global” (BRASIL, 2006a, p. 115), mas muitos docentes, principalmente no Ensino de Química, têm negligenciado a abordagem desse tema, alegando falta de tempo e escassas publicações científicas dedicadas ao assunto. Sendo assim, propõe-se nessa pesquisa a aplicação de uma práxis acessível tanto para estudantes ouvintes como para estudantes com deficiência auditiva, que abordem conceitos da QV, que segundo Machado (2011) apresentam suas raízes na mudança de paradigma de gestão das medidas para proteção ambiental desenvolvidas pela indústria. E ainda, abrange o desenvolvimento de ações científicas ecologicamente corretas (CGEE, 2010; WARDENCKI et al., 2005).

De acordo com Lenardão *et al.* (2003), a QV pode ser vista como a Química para o Desenvolvimento Sustentável e se preocupa “com o progresso industrial que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem às suas próprias necessidades” (LENARDÃO *et al.*, 2003, p. 123). Logo, a QV deve ser trabalhada nos currículos da Educação Básica.

Infelizmente, como mencionado, muitos docentes de Química não trabalham com a QV e quando o fazem não conseguem integrar e contextualizar suas dimensões e implicações ambientais, fazendo, em muitos casos, o uso de uma metodologia obsoleta na sala de aula, constituindo um “modelo bancário”. Nesse modelo o professor é visto como o detentor de todo conhecimento, pois ele é quem “transmite” o conteúdo, enquanto os discentes se comportam como receptores do mesmo em sala de aula. Esse modelo de ensino tradicional contribui para o afastamento dos alunos das escolas, pois são aulas meramente expositivas, sem nenhuma contextualização. É preciso entender, como afirma Paulo Freire (2015, p.47), que “ensinar não é transferir conhecimento”.

Sendo assim, novas metodologias e ferramentas didáticas precisam ser desenvolvidas, adaptadas e aplicadas, principalmente, para possibilitar uma aprendizagem significativa da QV para discentes ouvintes e com deficiência auditiva. Diante disso, como exemplos de recursos didáticos: a experimentação, o estudo de caso e a ludicidade, apresentam uma grande importância no Ensino da Química, disciplina ainda considerada por muitos estudantes como sendo de alta complexidade. Em geral, a experimentação desenvolve

importante função, pois os experimentos fazem os discentes “enxergarem” o que a teoria explica (CORDEIRO *et al.*, 2015). O estudo de caso é um importante recurso didático, porque instiga a participação ativa dos alunos com problematizações, correlacionando os conhecimentos científicos com os conhecimentos adquiridos ao longo da vida. E as atividades lúdicas, por sua vez, podem facilitar e/ou motivar, de forma criativa e atrativa, a aprendizagem, além de promover uma maior socialização e inclusão no ambiente escolar.

É de fundamental importância frisar que, tais recursos, foram utilizados nessa pesquisa para promover uma aprendizagem mais eficiente para TODOS os alunos, pois mais que possibilitar a compreensão da QV, com suas prerrogativas e seus princípios, precisa-se permitir uma construção desse conhecimento científico de forma acessível e inclusiva.

3.3 A EXPERIMENTAÇÃO NA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio + foi descrito o uso da atividade experimental para o desenvolvimento intelectual do estudante, porém essas atividades precisam estar adequadas para o ensino, conforme indicado no documento: “Deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química” (BRASIL, 2002, p. 56).

Nessa perspectiva, em ruptura com as visões simplistas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, surge a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) preparando, de forma contextualizada, o desenvolvimento intelectual do estudante e permitindo a sua preparação, como cidadão, na tomada de decisões. Sob esse viés, a Química passa a ser um meio, e não um fim em si mesmo, devendo propiciar o desenvolvimento de habilidades que permitam a interação e a participação do aluno no desenvolvimento científico, tecnológico e social, favorecendo conexões com outros componentes curriculares, permitindo ao educando a construção de uma visão mais ampla e articulada do mundo (CRUZ, 2007).

Ainda que a sala de aula não seja um laboratório propriamente dito, deve fazer a ligação teórico-laboratorial vinculada aos contextos com o aprofundamento compatível e com o desenvolvimento cognitivo do educando. A linha que une esse conhecimento sistematizado é a comunicação adequada à convivência coletiva e contribui para a formação de um cidadão autônomo, consciente e capaz de interagir com a sociedade e o meio ambiente (CRUZ, 2007).

De acordo com os PCN+, as atividades experimentais foram descritas como indispensáveis para o ensino de Química e podem compreender diferentes modalidades, desde que possuam um caráter investigativo, para que os estudantes possam aprender levantando hipóteses e propondo suas próprias explicações para os diversos fenômenos que eles encontram ao seu redor:

merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como

mera confirmação de ideias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (BRASIL, 2002, p. 108).

Araújo e Abib (2003) categorizaram as atividades experimentais em três tipos de abordagens: investigação, demonstração e verificação. As atividades experimentais de investigação são uma estratégia para permitir que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo, enquanto que as de demonstração são em geral utilizadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em sala de aula, tornando-os mais perceptíveis aos discentes e, dessa forma, contribuindo para seu aprendizado.

As atividades experimentais de verificação são realizadas com a função de se examinar ou comprovar alguma teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos podem ser conhecidas pelos estudantes. Em geral, essa abordagem é utilizada para despertar o interesse dos estudantes e variar a dinâmica das aulas teóricas (ARAÚJO; ABIB, 2003). A experimentação é uma estratégia utilizada para o entendimento do conteúdo, ao contrário do que na maioria das vezes é feito, para finalizá-lo. Muitos professores acreditam que ao explicar a teoria para os estudantes e, depois, realizar um experimento para comprovar essa teoria contribuirá para a sua aprendizagem. Pelo contrário, dessa forma o estudante não formula hipóteses, não argumenta, não propõe formas de validar ou não essas hipóteses, não discute resultados, etc. (GALIAZZI *et al.*, 2001).

Como mencionado, o objetivo da experimentação no Ensino Médio não é facilitar a abstração de fenômenos que podemos observar, como alguns professores acreditam. O papel é fornecer representações concretas de abstrações anteriores. Portanto, no Ensino Médio, a experimentação deveria ser utilizada para apoiar a exploração e utilização de conceitos, e para torná-los acessíveis e úteis. É a exploração de ideias que constitui o processo de ensino e aprendizagem; no experimento apenas são levantadas evidências concretas para uma posterior exploração conceitual (HODSON, 1994).

O sucesso do Ensino de Química está em saber utilizar aspectos teóricos e práticos advindos de materiais a serem trabalhados na sala de aula. Com a experimentação, os alunos utilizam diversos materiais, priorizando o contato com os fenômenos químicos que possibilitam a criação de modelos explicativos por meio da observação, tornando o ensino teórico-prático mais significativo. Nessa pesquisa, com o auxílio da abordagem CTSA, as aulas experimentais puderam auxiliar os alunos na preparação do exercício da cidadania.

3.4 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NO ENSINO DE QUÍMICA

As Tecnologias da Informação e Comunicação têm grande potencial para promover e facilitar a aprendizagem no Ensino de Química. Quando se discute que não se pode mais continuar com um ensino tradicional, descontextualizado e desmotivador, então, novas metodologias e ferramentas didáticas costumam ser propostas e precisam ser aplicadas para possibilitar uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e inclusiva. Sob esse viés, surgem os jogos educativos computacionais (JEC), os quais são utilizados em diferentes níveis de ensino, desde a pré-escola até cursos de pós-graduação e especializações. A tendência hoje é de que as TICs ampliem a presença nas práticas de ensino e, nesse contexto, entende-se que os jogos educativos computacionais podem ser elementos importantes para enriquecer as aulas (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Todavia, o que seriam as Tecnologias da Informação e Comunicação? E quais seriam as considerações teóricas que justificam o uso dos jogos educativos como instrumento facilitador da aprendizagem e na inclusão? Segundo Leite:

o conceito de tecnologia da informação e da comunicação (TIC) é utilizado para expressar a convergência entre a informática e as telecomunicações. (...) As Tecnologias da Informação e Comunicação têm contribuído na utilização das tecnologias facilitando na troca de informações e conhecimentos, e na educação isso não deve ser diferente, pois devem ser utilizadas como recurso pedagógico e serem inseridas no cotidiano das escolas já que oferecem várias ferramentas que podem colaborar para o ensino (2015, p. 28).

O uso das TICs facilita o interesse dos alunos pelo Ensino de Química e é uma maneira de se aproximar das gerações que atualmente estão nas salas de aula, pois criam novas oportunidades de reformular as relações entre professor/aluno e entre alunos e diversificam os espaços de construção de conhecimento, permitindo um diálogo com o mundo em constante modernização.

Na presente pesquisa foi desenvolvido e aplicado um Jogo Educativo Computacional, “QUIZ da Química Verde” - “QUIZ da QV”, utilizando recursos básicos disponíveis pela Microsoft Power Point 2007. As considerações teóricas da utilização desses instrumentos educativos como facilitadores da aprendizagem se baseiam, principalmente, na literatura, nos estudos do psicólogo suíço Jean W. Piaget e do psicólogo bielorusso Lev S. Vygotsky. Segundo Piaget (1975 *apud* Cunha 2012, p. 94):

os jogos contribuem para o desenvolvimento intelectual das crianças e tornam-se cada vez mais significativos à medida que estas se desenvolvem. Entretanto, esse recurso, para Piaget, não têm a capacidade de desenvolver conceitos na criança, mas

por cumprirem um papel importante no desenvolvimento intelectual, promovem consequentemente a aprendizagem conceitual.

Na visão vygotskiana “é importante a interdependência dos sujeitos durante o jogo, pois jogar é um processo social” (VYGOTSKY 1991 *apud* CUNHA, 2012, p. 94). Desse modo, é importante frisar que segundo Vygotsky (1991), por meio do jogo o sujeito tem a oportunidade de acessar níveis potenciais de desenvolvimento através da mediação instrumental. Nesse caso, são dois instrumentos mediadores principais: o jogo – o instrumento técnico e a linguagem – o instrumento psicológico. Embora a concepção vygotskiana seja bem diferente em relação a piagetiana, pois Vygotsky defende o jogo como uma ferramenta motivadora do desenvolvimento, enquanto Piaget o classifica como um recurso demonstrativo e não constitutivo, ambos destacam e dão suporte em suas pesquisas para a importância do uso de jogos educativos.

No entanto, para que um jogo computacional seja considerado educativo, ele deve manter o equilíbrio das funções lúdica e educativa. A função lúdica agrega a diversão, a dinâmica e as ações afetiva e social dos jogadores, enquanto que a educativa “se refere à apreensão de conhecimentos, habilidade e saberes” (CUNHA, 2012, p. 95).

A Figura 2 mostra os principais benefícios (CUNHA, 2012) do uso de jogos educativos computacionais, embora esses também tenham suas limitações:

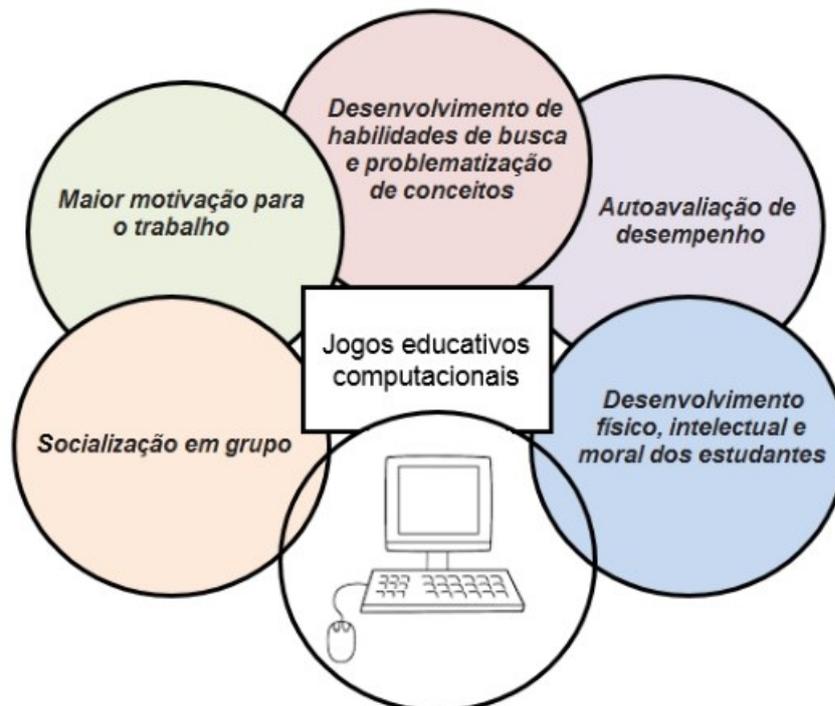


Figura 2 – Principais benefícios do uso de jogos educativos computacionais. FONTE: Adaptado de CUNHA (2012).

Dessa maneira, os jogos educacionais podem ser instrumentos pedagógicos atrativos e inovadores, através dos quais alunos com deficiência auditiva e ouvintes têm a oportunidade de aprender de forma mais dinâmica, ativa, inclusiva e motivadora. Esses recursos didáticos, de forma geral, “colocam o aluno no papel de tomador de decisão e o expõe a níveis crescentes de desafios para possibilitar uma aprendizagem através da tentativa e erro” (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004 *apud* SAVI; ULBRICHT, 2008, p. 4).

A partir de tais premissas, é evidente que a utilização das TICs, exemplificada nesse contexto, como nos jogos educativos computacionais, é uma urgente, acessível e necessária realidade no Ensino de Química, comprometido com o desenvolvimento científico sustentável e efetivo do pensamento crítico, da criatividade e da inclusão.

3.5 O ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA

Segundo Sá e Queiroz:

o método de Estudo de Casos é uma variante do método Aprendizado Baseado em Problemas ou Aprendizado Centrado em Problemas, também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL). O PBL teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá, no final dos anos sessenta e logo se difundiu por faculdades de medicina de diversos países (...) Esse método foi desenvolvido com o intuito de colocar os alunos em contato com problemas reais, com o propósito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão. Ele possui a característica de enfatizar o aprendizado autogerenciado, centrado no estudante, que passa a ser o principal responsável por seu aprendizado (2010, p. 11).

Desse modo, a utilização de estudos de casos torna-se um instrumento didático indispensável na abordagem de temas ambientais, dos quais, muito comumente, através dos meios de comunicação, se ouve falar em poluição, impactos ambientais e reciclagem. Sob essa perspectiva, é importante frisar que a educação no Brasil é um setor que apresenta diversas dificuldades que inviabilizam um processo de ensino significativo, oriundas tanto do sistema responsável pelo investimento político/econômico desta área, quanto da prática docente exercida em sala de aula. Com isso, julga-se imprescindível o aprimoramento da prática educacional, buscando métodos que auxiliem numa aprendizagem efetiva, problematizada e substancial.

O Ensino de Química é composto por conceitos abstratos, o que alimenta a ideia de que sua compreensão pode ser ‘complicada’. Essa conclusão pode ser verdadeira, caso o docente ministre o conteúdo de forma puramente teórica, dificultando a percepção da relevância de seu estudo. Segundo Selbach (2010, p. 45) “é importante e urgente que se

supere a postura de quem ensina essa disciplina como simples descrição de teorias, sem buscar seus aspectos humanos e, portanto, éticos e culturais”.

A maioria dos estudantes não consegue enxergar a relevância do estudo de Química que é essencial para “que se perceba a natureza como um todo dinâmico e a sociedade humana como agente de interação e de transformação com o mundo em que vive” (SELBACH, 2010, p. 40). Tal problemática se dá, de modo geral, pela prática educacional ultrapassada utilizada pelo professor, denominada por Freire (2014) como modelo-bancário, em que o docente assume o papel de dono do saber e o discente o de partícipe passivo que tem por obrigação memorizar todas as informações que lhe são passadas. Ora, as Ciências devem ser ministradas de tal forma que o conteúdo teórico aborde novas dimensões, problematizando os conteúdos, para que assim se favoreça uma aculturação científica. Segundo Freire:

quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada (2014, p. 98).

Sob esse contexto, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais afirmam que:

a nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais, apresentadas pela vida comunitária ou pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais (BRASIL, 2006b, p. 11).

Nesse trabalho, o estudo de caso proposto discorreu em: “Problemas na Exportação das Bananas”, de modo que os discentes, a priori, cumpriram o papel de identificar o problema, avaliar e usar as informações fornecidas para então apresentarem a solução do problema. O **Apêndice A** mostra o texto desse caso e a identificação dos elementos que estão de acordo com as recomendações de Herreid (1994 *apud* SÁ; QUEIROZ, 2010) sobre como se elaborar um bom caso.

A criação e escolha desse caso foram baseadas na grande produção de banana no Estado da Paraíba, na relevância do curso dos discentes, que estudam Controle Ambiental, objetivando-se a tomada de decisão deles em um bom caso relacionado com a QV, de tal modo que houvesse um aprimoramento da prática educacional, buscando métodos que auxiliem numa construção eficaz do aprendizado.

3.6 A ESPECIFICIDADE DO ENSINO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA.

A história da educação das pessoas com deficiência é um grande desafio não abordado de forma profunda nessa pesquisa. Uma abordagem mais histórica e que trata tal questão de forma mais profunda já foi trabalhada na literatura (STROBEL, 2008; PERLIN; STROBEL, 2014). Nessa parte introdutória, objetiva-se apenas um relance nas principais fases históricas, destacando-se a educação de surdos e a definição do termo comunidade surda, para que o entendimento dos desafios encontrados por esses discentes possa ser mais bem percebido.

Primeiramente, o que é uma comunidade surda? Embora, sua definição não seja consensual, entende-se por comunidade surda, sujeitos surdos ou ouvintes que participam e compartilham os mesmos interesses em comuns em uma determinada localização, como igrejas e federações de surdos e fazem uso da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). (STROBEL, 2008). Essa definição é importante, pois a aluna com deficiência auditiva participante dessa pesquisa não se considera integrante da comunidade surda, pois dentre outros fatores, ela não faz uso da LIBRAS. Tal discente realizou uma cirurgia de implante coclear (IC), dispositivo eletrônico que lhe permite um estímulo no nervo auditivo, recriando, a priori, as sensações sonoras e favorecendo o uso do oralismo. Ela demonstrou ter sido orientada e recomendada pelos familiares ou especialistas a não usar a LIBRAS para não atrapalhar o tratamento do IC.

Embora alguns autores critiquem o uso do IC, pois o consideram uma normalização das crianças surdas e subalternização da LIBRAS, médicos especialistas o recomendam quando sua implantação é possível. Dentro dessa conjuntura, os campos discursivos da medicina e da linguística são diferentes em seus discursos. Linguisticamente, ser bilíngue, pode apresentar certas vantagens, como se comunicar em duas línguas, logo, infere-se que orientar os deficientes auditivos com IC a serem monolíngues, com o uso apenas da Língua Portuguesa, não seria aconselhável. Quanto a essa “polêmica”, nesse trabalho apresentam-se apenas essas informações básicas consideradas significativas e indispensáveis para a compreensão desse fenômeno. Pesquisas têm sido realizadas por professores no âmbito escolar de modo a abordar a inclusão no Ensino de Química, no entanto, não é do nosso conhecimento, estudos ou aplicações especificamente na área, voltados para alunos com deficiência auditiva que realizaram cirurgia de IC.

No Brasil, de acordo com o Decreto nº 5.626, “considera-se pessoa surda aquela que, por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS” (BRASIL, 2005).

Mas qual é a diferença entre surdez e deficiência auditiva? Embora a resposta a esta pergunta dependa da perspectiva de análise que se está utilizando, de modo geral, observa-se que:

os surdos são pessoas que não se consideram deficientes, utilizam uma língua de sinais, valorizam sua história, arte e literatura e propõem uma pedagogia própria para a educação das crianças surdas. Os deficientes auditivos seriam as pessoas que não se identificam com a cultura e a comunidade surda (...) não se trata, portanto, de uma simples nomenclatura. Esta diferenciação permite compreender, por exemplo, que um surdo não passa despercebido em uma sala de aula ou em um local de trabalho, pois utiliza as mãos para se expressar em uma língua gestual-visual e poderá se utilizar da mediação de um intérprete de língua de sinais. A situação do deficiente auditivo é outra: ele será percebido pelos demais quando se nota a presença de uma prótese auditiva ou se percebe alguma dificuldade (geralmente pequena) de fala. É comum que o deficiente auditivo se esforce muito para que sua dificuldade não seja percebida. A perda auditiva causa desconforto e é muitas vezes motivo de discriminação e preconceito (BISOL; VALENTINI, 2011, p. 1)

Geralmente, pode-se afirmar que todo surdo apresenta uma perda auditiva, mas nem todo deficiente auditivo pode ser considerado surdo, como a estudante anteriormente mencionada. Embora essas diferenças existam não se pode perder de vista que todos, independentemente de apresentarem ou não necessidades especiais, têm direito à educação, pois pela Constituição Federal, Capítulo II, Seção I, art. 205, “a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade” (BRASIL, 1988). Sob essa perspectiva, é fácil observar que a lei garante o acesso da pessoa com deficiência auditiva nas escolas, entretanto, no ensino atual, infelizmente, observam-se várias barreiras para o efetivo processo de ensino e aprendizagem e a permanência desses discentes na sala de aula, como por exemplo, a falta de uma metodologia diversificada e rica visualmente e uma educação eficazmente inclusiva.

O simples acesso ao ambiente escolar não é sinônimo de inclusão, pois essa é um processo social que precisa construir caminhos para que todos os discentes, efetiva e substancialmente, se apropriem do conhecimento e se tornem capazes de desenvolver as estruturas humanas fundamentais do pensamento, através das interações sociais em seu ambiente escolar (VYGOTSKY, 2007).

Quando se trata da especificidade desses discentes no Ensino de Química, de modo geral, se faz necessário o uso de uma metodologia rica visualmente, como a

experimentação e a aplicação de atividades lúdicas, que são recursos didáticos que podem auxiliar no processo de aprendizagem e inclusão escolar.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão definidas todas as etapas metodológicas utilizadas para a execução deste trabalho. Inicialmente, será apresentado o universo da pesquisa. Em seguida, será definido o tipo de pesquisa e os instrumentos utilizados, bem como o planejamento e aplicação da mesma. Por fim, serão expostas algumas estratégias de ação que pretendem modificar a realidade encontrada no diagnóstico.

4.1 UNIVERSO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida e aplicada com 35 (trinta e cinco) alunos, destes uma aluna possui deficiência auditiva, do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *campus* João Pessoa.

Além desses estudantes, o trabalho contou com o apoio de 1 (uma) professora da disciplina de Química e de 1 (um) professor da disciplina de Introdução à Educação Ambiental, que trabalham com esta turma no IFPB. Os resultados da avaliação qualitativa foram pontuados como provas e/ou pontos extras, pois foi assegurada a integração dessa pesquisa ao currículo dessas disciplinas.

4.2 TIPO DE PESQUISA

Ao se pensar em pesquisa é necessário definir os métodos a serem utilizados para a formulação e coleta de dados, a fim de tornar significativos os resultados a serem obtidos. O trabalho tem como base as metodologias participante e qualitativa, partindo da temática Química Verde, que direcionou a pesquisa. Segundo Pereira e Aguiar:

as metodologias de ensino que buscam a inserção da contextualização e que objetivam a formação para a cidadania partem sobretudo do estudo a partir de uma “temática” que possibilita ao aluno dialogar sobre questões envolvendo o tema a partir de suas vivências. O ensino de química a partir de “temáticas” também é uma das tendências defendida por educadores como parâmetro facilitador de uma aprendizagem significativa (2014, p. 4).

Freire (2014) ao propor um ensino com temas geradores, explica que esse tipo de abordagem parte da contextualização de uma investigação que integra um problema inicial e a comunidade escolar. Concomitante a essa ideia, a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) também defende o uso de temáticas. Uma abordagem CTSA pode ser

vista, de acordo com Santos (2007, p. 12), “como uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos”.

Em concernência à pesquisa participante, esta motiva os discentes a participarem como agentes ativos, e não mais passivos como no modelo bancário descrito por Freire (2014), produzindo conhecimento e permitindo que haja uma real interação entre o pesquisador e a comunidade (DEMO, 2004). Segundo Schmidt (2006, p. 14):

o termo participante sugere a controversa inserção de um pesquisador num campo de investigação formado pela vida social e cultural de um outro, próximo ou distante, que, por sua vez, é convocado a participar da investigação na qualidade de informante, colaborador ou interlocutor.

A metodologia qualitativa foi utilizada partindo da observação das ações do alunado, em que Weller e Pfaff (2011, p. 30) afirmam que “é uma modalidade investigativa que se consolidou para responder ao desafio da compreensão dos aspectos formadores/formantes do humano, de suas relações e construções”. De acordo com Marconi e Lakatos (2011, p. 269): “a metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc”.

Além dessas, Ludwig (2009) atesta que o questionário, com questões abertas e fechadas, utilizado como técnica de pesquisa corresponde a uma ótima ferramenta de investigação e de obtenção de dados quantitativos.

Portanto, a utilização de dados quantitativos e de uma metodologia qualitativa e de cunho participativo, soma-se dando enfoques diferentes e necessários na completude dessa pesquisa.

4.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Como instrumentos quantitativos e investigativos para essa pesquisa, foram utilizados três questionários: Questionário de Sondagem, Questionário Pós-Experimentação e Questionário Final (**Apêndices B, C e D**), respectivamente, com questões abertas e de múltiplas escolhas. Por se tratar de uma pesquisa cujo procedimento é realizado por meio de um levantamento de dados, a aplicação de questionários enquadra-se perfeitamente na contemplação do presente trabalho, visto que para realizar este tipo de pesquisa é necessária a utilização de questionários como instrumentos a serem aplicados com um respondente que não pode ser identificado (GIL, 2007 *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

4.4 PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

No primeiro encontro, os discentes tomaram conhecimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (**Apêndice E**), no qual havia a descrição do objetivo da pesquisa e requeria a permissão dos responsáveis (tendo em vista que os alunos eram menores de idade) pelos discentes, para participação na mesma. Todos os responsáveis pelos estudantes aderiram à participação, assim como estes, aceitaram em participar. Com a finalidade de identificar o nível de conhecimento dos alunos sobre a QV e caracterizar melhor o processo educacional do público alvo, foi aplicado o Questionário de Sondagem (QS) (**Apêndice B**).

O desenvolvimento e aplicação da pesquisa ocorreram no IFPB, *campus* João Pessoa, durante os meses de maio e junho de 2017, perfazendo um total de 06 (seis) encontros de frequência semanal, com duração de 12 aulas no total. Tais encontros foram agendados, com a autorização e o auxílio da Coordenação do Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental e do Departamento de Articulação Pedagógica (DEPAP), no calendário escolar da turma. Desta forma, as atividades foram realizadas com TODOS os alunos. Em geral, tais atividades foram feitas na sala de aula e no laboratório de Química, com materiais de fácil manipulação e acesso e se buscou trabalhar estratégias que explorassem a potente visualidade da aluna com deficiência auditiva, facilitando também sua inclusão.

Como mencionado na introdução, a aluna com deficiência auditiva, nas etapas do desenvolvimento da pesquisa, disse não necessitar de um intérprete de LIBRAS na mediação da comunicação, pois a mesma oraliza, fez cirurgia de implante coclear e não se considera integrante da comunidade surda. No entanto, para o atendimento dessa discente, houve em algumas aplicações, o auxílio de uma funcionária da COAPNE (Coordenação de Assistência às Pessoas com Necessidades Específicas), esta tem por finalidade promover inclusão de TODOS na educação através de vários serviços prestados aos estudantes com Necessidades Educacionais Específicas e, ainda, objetiva assessorar a comunidade acadêmica por meio de ações que visam a informação e o envolvimento de todos no processo de inclusão e no acolhimento às diferenças. Essa profissional não usava LIBRAS durante as aulas, mas ficava ao lado da discente caso ela precisasse de algum apoio especializado.

Para um melhor entendimento e organização, o detalhamento do que foi desenvolvido em cada encontro está contido na Tabela 3:

Tabela 3 - Execução das atividades desenvolvidas na pesquisa.

| Encontro | Atividade realizada |
|-----------------|--|
| 1º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> Apresentação da pesquisa; <input type="checkbox"/> Aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); <input type="checkbox"/> Questionário de Sondagem. |
| 2º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Breve análise e discussão sobre a história da QV; <input type="checkbox"/> Revisão dos conteúdos: Definição de matéria, transformações físicas e químicas, misturas e Princípio de Lavoisier; <input type="checkbox"/> Aplicação do jogo “QUIZ da QV”. |
| 3º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Explicação sobre os 12 princípios da QV; <input type="checkbox"/> Leitura do estudo de caso e debate sobre uma notícia relacionada ao plantio de bananas; <input type="checkbox"/> Apresentação das possíveis soluções, de forma escrita, para a situação-problema proposta. |
| 4º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Explicação e discussão contextualizada sobre Prevenção (1º princípio da QV); <input type="checkbox"/> Explicação sobre o cálculo do Fator E; <input type="checkbox"/> Atividade Lúdica: Fator E: Qual indústria sou eu?; <input type="checkbox"/> Aula sobre os principais cuidados em Segurança de Laboratório. |
| 5º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Revisão dos conteúdos: Equação Química e Catálise (9º princípio da QV); <input type="checkbox"/> Atividade Experimental 1: Batata Espumante; <input type="checkbox"/> Atividade Experimental 2: Catálise por Vitamina C; <input type="checkbox"/> Atividade Experimental 3: Pasta de Dente de Elefante; <input type="checkbox"/> Questionário Pós-Experimentação. |
| 6º (2 aulas) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Questionário Final. |

FONTE: Autoria própria.

Dessa forma, encontram-se elencados, nos próximos subitens, a descrição das ações trabalhadas, de acordo com a Tabela 3.

4.4.1 Aulas dialogadas e participativas

Como já foi dito anteriormente, antes do início das aplicações, foi entregue um Questionário de Sondagem (QS). Por meio deste, pode-se verificar inicialmente quais

competências e habilidades, segundo as normas e diretrizes nacionais da Educação, deveriam ser trabalhadas. Em todos os encontros, com exceção do último, houve a ministração de aulas dialogadas e participativas, realizadas em sala de aula ou no laboratório de Química. Dentre os conteúdos trabalhados, destacam-se a definição, o relance histórico e os 12 princípios da QV, o conceito de matéria, do Princípio de Lavoisier, de transformações físicas e químicas, de reação química, de Catálise e do Cálculo do Fator E, bem como suas aplicações e contextualizações. Vale salientar que dentre os conteúdos químicos supramencionados, apenas o de Catálise não havia sido estudado com a turma, pois faz parte do conteúdo programático para o 2º ano. Sendo assim, para que se houvesse uma boa assimilação desse assunto foram ministradas aulas participativas e dialogadas, além de aulas experimentais.

4.4.2 Jogo Educativo “QUIZ da QV”

O título do jogo é “QUIZ da QV” e foi desenvolvido em três etapas (Figura 3). A primeira foi a revisão bibliográfica, na busca por informações relevantes na utilização dessa ferramenta didática, como discutido na fundamentação dessa pesquisa. A segunda etapa foi a elaboração do jogo, o qual aborda a temática da QV, tendo como base conceitos de Química, tais como a definição de matéria, o Princípio de Lavoisier e transformações físicas e químicas. Na terceira etapa, ocorreu a aplicação do jogo.

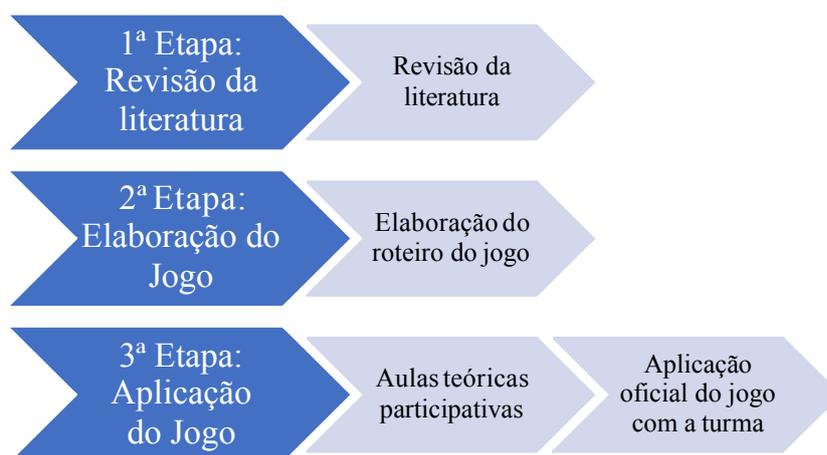


Figura 3 – Metodologia utilizada no desenvolvimento do jogo. FONTE: Autoria própria.

As regras do “QUIZ da QV” foram explicadas no início da atividade (**Apêndice F**). Vale salientar novamente, que esse jogo foi desenvolvido e aplicado utilizando recursos da Microsoft Power Point 2007 e a sua avaliação preliminar, como ferramenta didática para o ensino da QV, está apresentada nos resultados e discussões dessa pesquisa. Para tal, observou-se, de forma investigativa e crítica, seu desenvolvimento, enquanto os discentes jogavam. As

perguntas no jogo “QUIZ da QV” estavam divididas em 4 (quatro) categorias: 1) Personagens Históricos, os quais se destacaram na história da QV; 2) Verdadeiro ou Falso; 3) Química Verde no Cotidiano e 4) Transformação Física ou Química. Cada categoria continha 5 (cinco) perguntas com pontuação variada, entre 10 a 50 pontos. Para a aplicação desse jogo, a turma foi dividida em 5 (cinco) grupos/equipes de 7 (sete) a 8 (oito) alunos

4.4.3 Estudo de caso: “Problemas na Exportação das Bananas”

Uma das finalidades da escolha da QV como temática é demonstrar ao aluno a importância e aplicabilidade de seus 12 princípios em atividades industriais e do cotidiano, instigando-o à reflexão e à tomada de decisão para uma sociedade cada vez mais sustentável.

O estudo de caso (**Apêndice G**) foi criado e descrito pelo pesquisador, com base na literatura recomendada dos autores Sá e Queiroz (2010), e foi desenvolvido com a turma após a aula dialogada e participativa dos 12 princípios da QV. Intitulado como: “Problemas na Exportação das Bananas”, esse estudo narra a história do Sr. Carlos Pessoa que vê suas exportações de bananas serem ameaçadas, pois num mundo globalizado, torna-se primordial e necessário buscar as exigências de um mercado consumidor, em especial dos importadores estrangeiros, que o pressionam a atender os princípios da QV. A problematização se dá na ajuda que seu filho, Davi Pessoa, pede aos alunos da turma, quando esses terão que ajudá-lo investigando quais são os princípios da QV e o que o Sr. Carlos Pessoa deve fazer para enquadrar seus bananais a tais princípios, quando possível. Para realização dessa atividade, observam-se três etapas, respectivamente: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Figura 4):

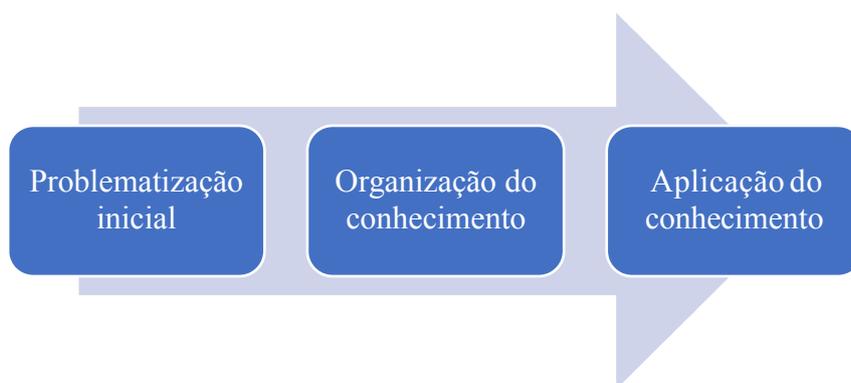


Figura 4 – Sequência das etapas desenvolvidas no estudo de caso. FONTE: Adaptado de KIOURANIS; SILVEIRA (2017).

Em geral, nesse tipo de abordagem problematizadora os discentes são levados à “questionar as ideias de senso comum e as científicas, levantar hipóteses, solucionar

problemas, tendo como ponto de partida a problematização” (KIOURANIS; SILVEIRA, 2017, p. 70).

Além desse estudo de caso, foram entregues aos discentes: uma folha resumo com os 12 princípios da QV (**Apêndice H**) e uma notícia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (**Apêndice I**) para ajudá-los na solução do problema proposto.

4.4.4 Atividade lúdica “Fator E: Qual indústria sou eu?”

A atividade lúdica “Fator E: Qual indústria sou eu?” (**Apêndice J**) foi adaptada da literatura, do Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova York, nos Estados Unidos (na sigla em inglês DCE, 2017) e visa de maneira simples, criativa e dinâmica abordar o cálculo do Fator E, proposto por Roger Sheldon (1992). Para essa atividade os alunos foram agrupados em 5 (cinco) equipes, e cada equipe recebeu um pacote com balas coloridas. Cada pacote continha quantidades diferentes de balas, que variavam nas cores também. Ao todo cinco pacotes com essas guloseimas foram distribuídos para a turma. O desafio era contar, corretamente, quantas balas de cor verde escuro tinham em cada pacote e quantas balas de outras cores, como, por exemplo, amarelo e vermelho, estavam presentes. As guloseimas verdes escuras representavam o produto desejado na indústria em questão, e as demais guloseimas coloridas, os resíduos ou desperdícios. Dessa forma, com o auxílio da equação proposta por Sheldon (1992), cada equipe deveria chegar ao valor correto do Fator E e ainda relacioná-lo com o tipo de indústria que seu pacote de balas representava.

4.4.5 Aulas experimentais: “Batata Espumante”; “Catálise por Vitamina C” e “Pasta de Dente de Elefante”

Por fim, utilizando aulas experimentais planejadas e executadas pelo pesquisador, foi discutido e estudado, de forma prática, o conceito de catálise, que é o nono princípio da QV. Ao todo, três experimentos foram realizados: “Batata Espumante” (**Apêndice K**), “Catálise por Vitamina C” (**Apêndice L**) e “Pasta de Dente de Elefante” (**Apêndice M**). Tais experimentos foram adaptados da literatura e são classificados como atividades experimentais investigativas, segundo Oliveira e Silva (2017), sendo escolhidos pela acessibilidade e custo dos reagentes, segurança e tempo de execução. Vale frisar que “as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos, promovem a construção de diversos conceitos e

intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos” (FERNANDES, HUSSEIN e DOMINGUES, 2017, p. 198).

Ao final da realização dos experimentos e da discussão do conceito de catálise, foi aplicado um Questionário Pós-Experimentação (**Apêndice C**), visando avaliar, quantitativamente, a aprendizagem do conteúdo desenvolvido nas práticas e, qualitativamente, a opinião do alunado quanto às estratégias de ação desenvolvidas nessa pesquisa.

4.4.6 Palavras Cruzadas

Por fim, foi aplicado um Questionário Final (**Apêndice D**) o qual apresentava também um cunho lúdico (com palavras cruzadas), que visou avaliar, sob a égide somativa e formativa, a aprendizagem do assunto abordado nessa pesquisa. O QF foi corrigido e os resultados foram conferidos, analisados e discutidos pelo pesquisador à luz da fundamentação teórica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão, primeiramente, apresentados os resultados do diagnóstico referente ao Questionário de Sondagem (QS) aplicado com os discentes. Em seguida, serão expostos, respectivamente, os resultados das aplicações do jogo educativo computacional (“QUIZ da QV”), do estudo de caso (“Problemas na Exportação das Bananas”), da atividade lúdica (“Fator E: Qual indústria sou eu?”) e das aulas experimentais com apresentação dos resultados do Questionário Pós-Experimentação (QPE). Estas foram as ferramentas didáticas que buscaram suprir as carências encontradas no diagnóstico quanto à abordagem da QV, sendo essas análises realizadas à luz da fundamentação teórica. Por fim, serão apresentados os resultados do Questionário Final (QF) de TODOS os alunos, a partir da utilização dessa metodologia diversificada, para a construção de uma aprendizagem significativa.

5.1 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

No primeiro encontro, foi entregue o Questionário de Sondagem (QS), que abordava, em geral, os seguintes tópicos: o conceito da QV, a compreensão/visão da Química e sua relação no cotidiano.

Os resultados obtidos para a questão inicial “O que é a Química Verde?” estão arrolados no Gráfico 2:

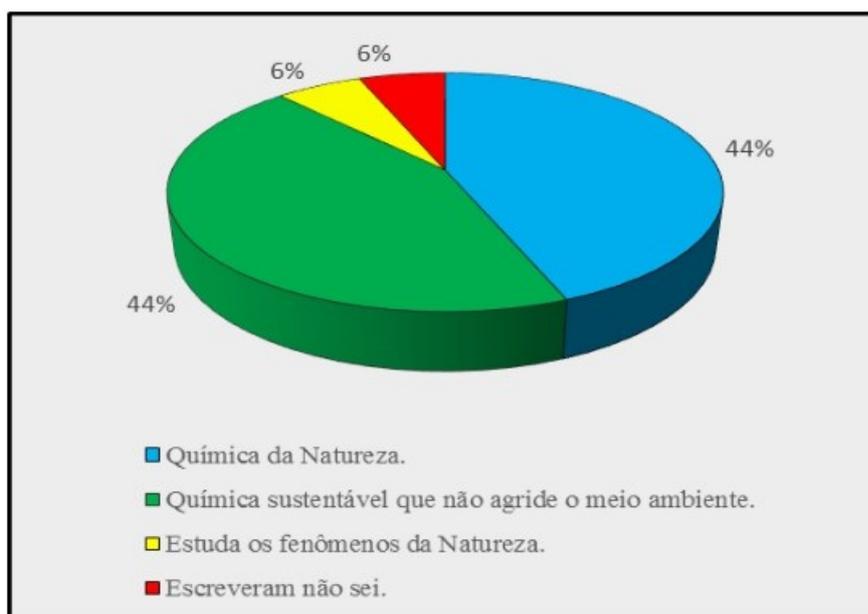


Gráfico 2– Resultados para a pergunta inicial: O que é a Química Verde? FONTE: Autoria própria.

Observando o Gráfico 2 verifica-se que 44% da turma mostrou ter uma boa assimilação deste assunto, pois, de fato, a Química Verde se relaciona inerentemente com a sustentabilidade, sendo chamada, por vezes, de Química Autossustentável ou Química Limpa (LENARDÃO *et al.*, 2003). Por outro lado, é possível notar que o mesmo percentual não teve uma boa assimilação, associando a QV exclusivamente à Natureza (44%), aos seus fenômenos (6%) ou não souberam responder (6%).

Embora, na literatura, a QV seja definida, amplamente, como “invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (Tundo *et. al*, 2000, p. 1208), esse conceito não nasceu de forma instantânea, mas é o resultado de um longo processo desenvolvido por cientistas, a fim de tornar, por exemplo, a indústria menos nociva para o ambiente. Esse aspecto deve ser frisado, pois Anastas e Warner (1998) foram quem primeiramente a conceituaram, resumindo as linhas orientadoras da QV em doze princípios: prevenção, economia de átomos, síntese de produtos menos perigosos, desenho de produtos seguros, solventes e auxiliares mais seguros, busca pela eficiência de energia, uso de fontes renováveis de matéria-prima, evitar a formação de derivados, catálise, desenho para a degradação, análise em tempo real para a prevenção da poluição e a química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes.

Do ponto de vista prático, a QV é “a suposição de que processos químicos que geram problemas ambientais possam ser substituídos por alternativas menos poluentes ou não-poluentes” (LENARDÃO *et al.*, 2003, p. 124). Em todo caso, mais da metade dos estudantes (56%) não tiveram uma boa assimilação desse conceito no QS.

Com o objetivo de identificar, a priori, a contextualização da disciplina Química, foi questionado aos alunos como essa disciplina estaria envolvida no cotidiano deles. Dentre as respostas, mais da metade da turma (58%) associou-a à alimentação, ao ato de cozinhar, de lavar roupa, escovar os dentes ou na utilização de remédios, um discente escreveu: “*No café que minha mãe faz de manhã. O feijão que é feito para o almoço. O shampoo e o condicionador que eu uso para lavar o cabelo e etc.*”, enquanto 30% disseram que ela está envolvida em tudo e 12% não souberam responder. A Figura 5 mostra a nuvem de palavras dos termos mais usados nas respostas dos discentes para a questão aberta: “Como a Química está envolvida no seu dia-a-dia?”

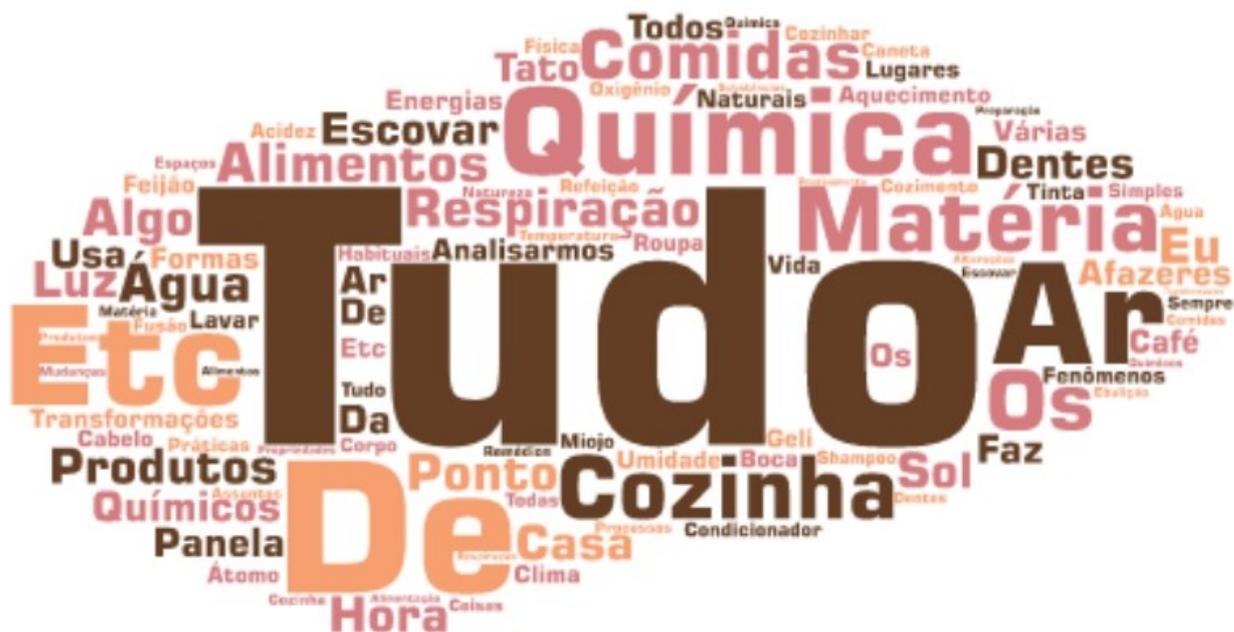


Figura 5 – Nuvem de palavras dos termos mais usados nas respostas dos discentes para a pergunta: Como a Química está envolvida no seu dia-a-dia? FONTE: Autoria própria.

Na terceira pergunta do QS, pedia-se para associar, corretamente, os termos prevenção, eficiência e sustentabilidade com suas definições. Essa questão, do tipo associação, apresentava duas colunas, uma com os termos e outra com as definições, com alguma relação entre elas, e, por isso, podiam ser associadas. Tal tipo de questão não apenas avalia a boa assimilação do conteúdo, requerendo conhecimento das alternativas por parte do alunado, mas vai além, permitindo, segundo Vargas (2013), menor possibilidade de erros, facilidade de aplicação, processo e análise, rapidez no ato de responder e redução à parcialidade do entrevistador na compilação das respostas, pois há um padrão claro de respostas possíveis. Dentre os resultados, 92% fizeram a correta associação das respostas, enquanto 8% erraram duas ou mais alternativas.

Em seguida, quanto à questão aberta: “Em sua opinião, a Indústria Química, em geral, traz benefícios e/ou malefícios para a sociedade? Exemplifique sua resposta”, observou-se que 47% da turma a considera como benéfica e maléfica, enquanto 38% apenas como benéfica e 15% apenas como maléfica (Gráfico 3).

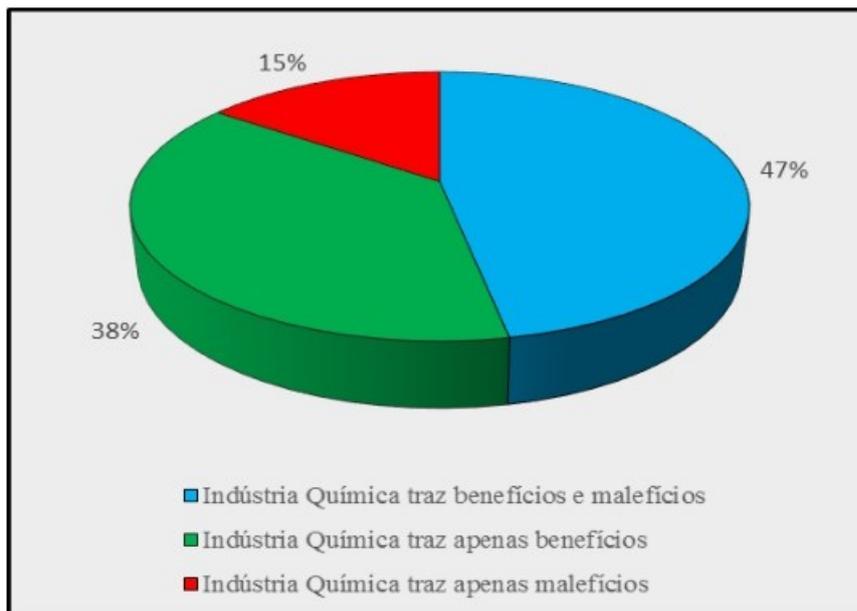


Gráfico 3 – Resultados para a pergunta: Em sua opinião, a Indústria Química, em geral, traz benefícios e/ou malefícios para a sociedade? FONTE: Autoria própria.

Dentre esses 15%, um discente escreveu: “*Malefícios, porque prejudica o meio ambiente, eu acho muito errado*”. Essa visão pejorativa da Química é frequentemente associada aos grandes prejuízos ambientais trazidos pela indústria, no entanto, a Química não é apenas isso, sendo essa preocupação um dos motivos que levam a abordagem CTSA com a temática da QV para auxiliar na compreensão dessa disciplina também como benefícios, podendo ela mesma alcançar os mais laudáveis objetivos da sustentabilidade.

No artigo “Green Chemistry – Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa”, Lenardão *et al.* (2003, p. 128), afirmam que “76% da população brasileira considera a indústria química e petroquímica responsáveis pelos maiores problemas de poluição no país, esquecendo-se todas as contribuições para melhoria da qualidade de vida humana conseguidas pela química”. Observa-se que a aprendizagem dos alunos quanto aos benefícios e malefícios da Química deve ser trabalhada de forma contextualizada.

Com o objetivo de verificar o grau de dificuldade da disciplina Química, foi questionado aos alunos, em forma de pergunta de múltipla escolha, se essa seria fácil, difícil ou intermediária. E ainda, os discentes poderiam marcar a opção “outra resposta” e assim indicar seu ponto de vista. Dentre as respostas, constatou-se que 65% da turma considera a Química como uma disciplina intermediária, enquanto 20% a considera fácil e 15% como difícil (Gráfico 4). Nenhum discente marcou a opção “outra resposta”.

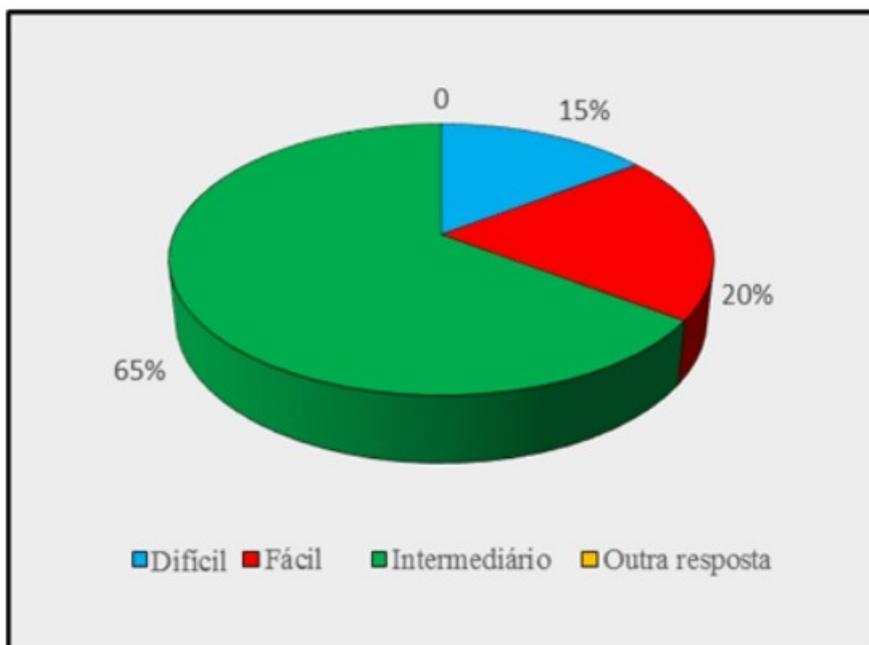


Gráfico 4 – Resultados para a pergunta: Em sua opinião a disciplina de Química é considerada: fácil, difícil, intermediária ou outra resposta. FONTE: Autoria própria.

De acordo com Oliveira e Xavier (2014), o grau de dificuldade é um fator que contribui para o afastamento dos discentes não apenas das aulas, mas consequentemente, da escola. Logo, mais uma vez, evidencia-se a importância de diversificados instrumentos metodológicos, para sondar, trabalhar e solucionar essa dificuldade. Quanto maior a dificuldade, maiores as chances de o aluno abandonar a escola. Pesquisas recentes revelam que quando o aluno anseia por uma escola dinâmica e inovadora, ele tem 21% mais chance de sair, pois quando suas expectativas são frustradas, tanto a desistência quanto o abandono escolar se tornam uma opção mais atrativa (OLIVEIRA; XAVIER, 2014).

Em reflexo dessa realidade, Freire (2014) afirma que a maioria dos professores ainda faz o uso de metodologias arcaicas que se baseiam em uma concepção bancária da educação. Tais metodologias consistem em aulas tradicionais, meramente expositivas, com o quadro e o giz, o que corrobora para uma visão abstrata, confusa e descontextualizada do assunto ministrado em sala de aula. Quando os alunos não têm acesso a educação problematizadora e libertadora, em geral, eles passam a se sentir excluídos do processo de ensino, pois a escola parece apenas transferir ou depositar conhecimentos e valores aos educandos, que seriam, nesse caso, meros receptores.

As disciplinas da área das Ciências Exatas fazem uso de representações para explicar seus conceitos e fenômenos, porém tais representações necessitam de recursos que contenham um caráter visual. Em geral, tanto para os alunos ouvintes como, principalmente, para os deficientes auditivos, tais recursos podem facilitar a aprendizagem, pois permitem o

visualizar de situações, pessoas, cenários, cores e relações espaciais, em um mundo contemporâneo onde se predomina a linguagem visual (LEITE, 2015).

Quanto ao uso de recursos visuais:

o ideal é que as escolas organizem o currículo partindo de uma perspectiva visual/espacial, [...] mímica/dramatização, figuras, recursos tecnológicos (vídeo/TV, slides, computador, retroprojeto) e leitura, desenvolvendo nos alunos a memória visual e o hábito de leitura; [...]. (COSTA; LIMA, 2015, p. 2)

Quanto à inclusão escolar:

se todos nós ficarmos na retaguarda e não nos colocarmos abertos a aprender e a construir uma trajetória para a realidade da escola inclusiva, essa realidade nunca será percebida no dia a dia. O resultado pode ser ainda pior no futuro, pois teremos perdido a chance de, hoje, começar uma trajetória de inclusão social, a partir das mais diferentes instituições, que, no futuro, far-se-á ainda mais forte. (ALMEIDA, 2011, p. 27).

Quando indagados sobre a compreensibilidade da disciplina de Química (Gráfico 5), 27 (vinte e sete) alunos questionados correspondendo a 77% do total, isto é, mais da metade do universo de estudantes dessa pesquisa, disseram que ela é compreensível, enquanto, 5 (cinco), correspondente a 14% disseram que não. Além desses, 3 (três) alunos os quais correspondem a 9%, descritos nessa pesquisa como A1, A2 e A3, marcaram a opção “outra resposta”, e suas falas foram as seguintes:

- “*Mais ou menos*”. (A1)
- “*Sim, mas as vezes ela se torna mais difícil*”. (A2)
- “*Sim mais não, acho que é meio sei lá*”. (A3)

Embora os alunos A1 e A2 tenham apontado um nível de compreensibilidade intermediário, a fala do discente A3 é paradoxal, não podendo ser conclusiva. Possivelmente, os principais motivos desse quadro, segundo os próprios alunos, são: dificuldades no processo de ensino e aprendizagem e falta de apoio pedagógico.

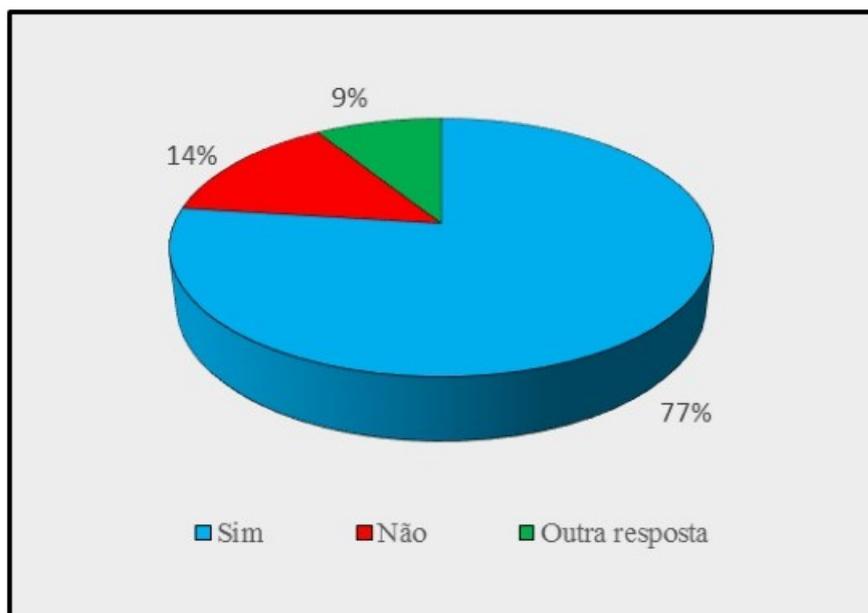


Gráfico 5 – Resultados para a pergunta: Você considera compreensível a disciplina de Química? FONTE: Autoria própria.

Quanto às dificuldades de aprendizagem, que é uma verdadeira inquietação cotidiana dos professores, segundo Kauark e Silva (2008), já há estudos que tentam responder ao porquê de alguns discentes aprenderem mais facilmente sobre determinado assunto do que outros, e as conclusões preliminares indicam que:

os fatores relacionados ao sucesso e ao fracasso acadêmico se dividem em três variáveis interligadas, denominadas de ambiental, psicológica e metodológica. O contexto ambiental engloba fatores relativos ao nível socioeconômico e suas relações com ocupação dos pais, número de filhos, escolaridade dos pais. Esse contexto é o mais amplo em que vive o indivíduo. O contexto psicológico refere-se aos fatores envolvidos na organização familiar, ordem de nascimento dos filhos, nível de expectativa e as relações desses fatores são respostas como ansiedade, agressão, auto-estima, atitudes de desatenção, isolamento, não concentração. O contexto metodológico engloba o que é ensinado nas escolas e sua relação com valores como pertinência e significado, com o fator professor e com o processo de avaliação em suas várias acepções e modalidades (STEVANATO *et al.*, 2003 *apud* KAUARK; SILVA, 2008, p. 266).

Quanto às disciplinas da área das Ciências Exatas, é notória a dificuldade enfrentada pelos discentes, o que gera, por vezes, uma desmotivação desses em estudá-las. Quanto aos alunos com deficiência auditiva, frequentemente, afirma-se que essas dificuldades são ainda maiores, pois “a Química, que faz uso de símbolos (modelos, fórmulas e equações) para explicar fenômenos a partir de conceitos tão abstratos (no nível atômico-molecular), teria uma grande necessidade de propostas diferenciadas, voltadas para a inclusão” (ALMEIDA, 2011, p. 4).

Desse modo, torna-se imprescindível o desenvolvimento de propostas metodológicas com o uso de recursos visuais, pois a utilização de materiais didáticos

adaptados aos deficientes auditivos busca auxiliar tanto esses, quanto os professores, facilitando, assim, o processo de ensino e aprendizagem (MACEDO; ABREU, 2008; RIBEIRO; BENITE, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011; BASTOS; LINDEMANN; REYES, 2016; FERNANDES; REIS, 2017). É importante salientar que, o aprendizado da disciplina de Química não se resume à memorização de definições, de fórmulas ou à resolução de exercícios, mas perpassa o senso crítico, a tomada de decisão e a conscientização de que o conhecimento de tal disciplina além de, por exemplo, explicar eventos naturais do cotidiano, pode favorecer a busca de alternativas para melhora da condição de vida do planeta.

Na última pergunta do QS, os alunos foram questionados se eles já tinham escutado falar de QV entre os assuntos trabalhados e abordados na escola ou mesmo no dia-a-dia. TODOS os alunos afirmaram nunca terem escutado ou estudado sobre esse assunto.

De acordo com esse resultado, é evidente rever a metodologia dessa temática, buscando recursos para desenvolver atividades que direcionem os discentes à observação, reflexão e exploração da QV no seu cotidiano. Como observado, é de fundamental importância e urgência modificar a metodologia antiquada atual praticada por diversos docentes. É preciso gerar um Ensino de Química mais relacionado com a vivência de cada aluno.

5.2 ESTRATÉGIAS DE AÇÃO: RESULTADOS

Diante dos resultados obtidos na pesquisa, por meio do QS, referentes ao nível de conhecimento dos alunos concernentes à QV, nos quais os dados mais alarmantes referem-se ao seu conceito e sua aplicabilidade, foram propostas algumas estratégias que viessem a minimizar a realidade encontrada.

Como já mencionado anteriormente, as estratégias utilizadas foram: as aulas dialogadas e participativas, o desenvolvimento de um jogo educativo (“QUIZ da QV”), um estudo de caso (“Problemas na Exportação das Bananas”), uma atividade lúdica (“Fator E: Qual indústria sou eu?”) e aulas experimentais.

5.2.1 Jogo Educativo: “QUIZ da QV”

No segundo encontro com a turma, a partir de aulas dialogadas e da aplicação de um jogo didático, o objetivo foi trabalhar e discutir a importância da história e do conceito da QV no cotidiano, bem como sua relação com o Princípio de Lavoisier (Lei da Conservação das Massas) e os conceitos de matéria, transformação física e química. É importante frisar que, teoricamente, a maioria dos conteúdos já havia sido trabalhado com os alunos pelo professor regente da disciplina Química, sendo a QV inclusive citada pelo autor Antunes (2013, p. 15), no primeiro capítulo do livro didático escolhido pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e distribuído pelo Ministério da Educação para todas as escolas da rede pública, mas muitos desses alunos não sabiam relacionar esses conceitos básicos da Química.

A intenção foi fazer com que, além das competências e habilidades supramencionadas, os discentes aprendessem os principais fatos e personagens históricos da QV e, em seguida, argumentassem e opinassem sobre a relação da QV com seu cotidiano. Por meio de discussão, fora exposta a definição de matéria, que segundo Atkins e Jones (2012, p. 5) é: “qualquer coisa que tem massa e ocupa lugar no espaço”. Durante este diálogo, um dos alunos chegou a afirmar: “*Se matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço, então minha cadeira é matéria*”. A partir desta fala, pode-se perceber que, até então, sua compreensão de matéria era abstrata, não sendo relacionada com seu próprio ambiente escolar. Em seguida, fora perguntado se, por exemplo, o gás liberado pelos automóveis também seria matéria e a maioria dos alunos após refletirem afirmou que sim. O foco nesta

etapa foi evidenciar que, ao nosso redor, existem vários exemplos de matéria, pois todo o universo é composto dela e de energia.

Logo depois, pôde-se trabalhar a Lei da Conservação das Massas que foi introduzida pelo cientista francês Antoine Laurent de Lavoisier que afirma que na natureza nada se cria, nada se destrói, tudo se transforma. Essa conclusão foi o resultado dos ensaios de Lavoisier em sistemas fechados, o que lhe permitiu observar que a massa do sistema inicial era igual à do sistema final, mesmo quando outros materiais eram utilizados. Partindo desse princípio, perguntou-se aos alunos se ao despejar os resíduos industriais de uma empresa, por exemplo, em rios e florestas, esses dejetos estariam sendo destruídos. Os discentes concluíram que não. Um deles afirmou: *“Não, porque o lixo é matéria, lixo não pode ser destruído, deve ser transformado, né!?”*. Sendo assim, os discentes participaram de forma ativa, questionando e buscando exemplos do cotidiano. É válido ressaltar que neste processo de formação o importante não é a repetição mecânica de uma definição, mas a compreensão do valor dos sentimentos, das emoções, da insegurança a ser superada pela segurança, do medo que, ao ser “educado”, vai gerando a coragem (FREIRE, 2014).

No estudo dos principais personagens da QV, dentre outros, foram abordados o cientista Antoine Lavoisier, que introduziu a Lei da Conservação das Massas, a bióloga americana Rachel Carson, pioneira no ambientalismo moderno, e o químico britânico Roger Sheldon, que introduziu o conceito do Fator E, além dos cientistas americanos Paul Anastas e John Warner, que introduziram os doze princípios da QV. Estes cientistas foram comentados nesse trabalho, para também evidenciar que a Ciência, tal como a conhecemos, é, sim, feita por homens e mulheres e não por super-heróis. Os alunos se mostraram empolgados em saber que poderiam também fazer uma grande diferença no mundo por meio de seus estudos e atos autossustentáveis. Eles também mostraram ter uma boa apreciação dessa abordagem, pois além de participarem de forma ativa questionando e compartilhando suas vivências, boa parte deles estava com seus cadernos abertos e faziam bastantes anotações.

O Quadro 1 mostra alguns desses cientistas, bem como suas principais contribuições para a temática abordada:

Quadro 1: Cientistas e suas contribuições para a temática abordada.

| Cientista | Contribuições |
|--|---|
| Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) | <input type="checkbox"/> Lei da Conservação das Massas ou Princípio de Lavoisier. |

| | |
|--|---|
|  | |
| <p>Rachel Louise Carson (1907-1964)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Em 1962, foi publicado a sua histórica obra “<i>Silent Spring</i>” (Primavera Silenciosa), no ramo da Química Ambiental; <input type="checkbox"/> Considerada a fundadora do novo ambientalismo; <input type="checkbox"/> Em geral, o mundo passou a refletir como os pesticidas podem ser prejudiciais. |
| <p>Roger Arthur Sheldon (1942-presente)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Introduziu o cálculo do Fator E ou <i>E-Factor</i>, que é definido como a relação entre as quantidades do resíduo/desperdício dividido pela quantidade do produto desejado, obtidas para um determinado processo. |
| <p>Paul T. Anastas (1962-presente)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Na década de 90, a publicação do livro “<i>Green Chemistry: Theory and Practice</i>” (Química Verde: Teoria e Prática), de autoria de ambos os cientistas, revolucionou o mundo da Química Ambiental. |
| <p>John C. Warner (1962-presente)</p>  | |

FONTE: Autoria própria.

Como forma de estimular mais a inclusão da aluna com deficiência auditiva e também de verificar a aprendizagem da turma, na sua totalidade, foi preparado um “QUIZ da QV”. A turma foi dividida em 5 (cinco) grupos/equipes de 7 (sete) a 8 (oito) alunos, eles se mostraram muito animados e entusiasmados com esse instrumento de avaliação. As perguntas foram divididas em quatro categorias: 1) Personagens Históricas; 2) Verdadeiro ou Falso; 3) Química Verde no Cotidiano e 4) Transformação Física ou Química. A Figura 6 ilustra o “QUIZ da QV”:

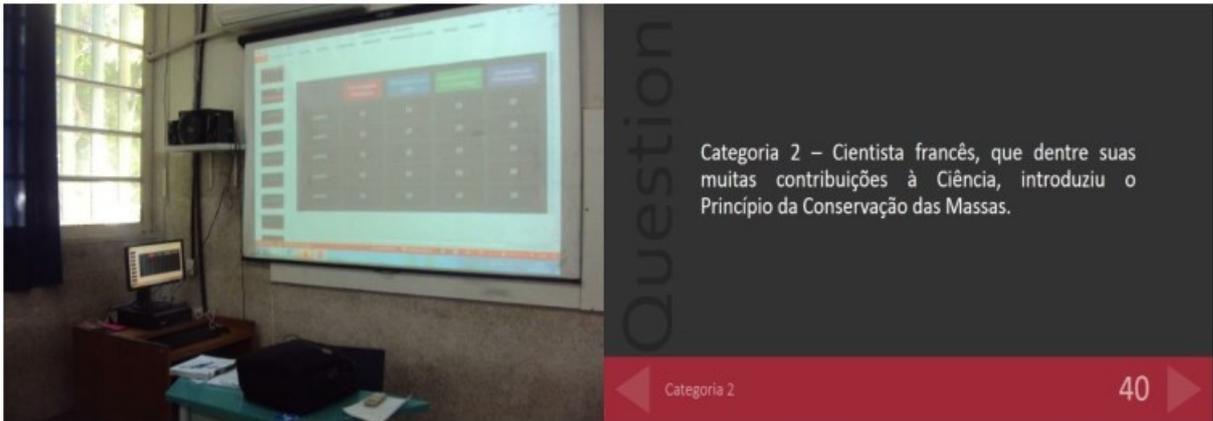


Figura 6 – O jogo educativo “QUIZ da QV”. FONTE: Autoria própria.

As perguntas foram, inicialmente, sorteadas e cada equipe ficou com uma questão de cada categoria. Quando a pergunta era mostrada, a equipe discutia entre si e respondia em comum acordo. Em geral, os cinco grupos responderam corretamente a 98% das questões, mostrando assim que houve uma boa assimilação da temática trabalhada. Na equipe vencedora, isto é, aquela que obteve a maior pontuação, acertando a todas as questões, estava a aluna deficiente auditiva. Ela se mostrou enturmada e admirada com o jogo que trabalhou, assim como nas aulas, pois constantemente, ao longo de toda aplicação, foi enfatizado o aspecto visual com dialogicidade, ratificando que, o diálogo com a classe é fundamental para que ocorra a efetiva aprendizagem. A Figura 7 mostra a turma durante a explicação das regras do jogo educativo e a Figura 8 a mesma, dividida em grupos, durante a aplicação deste:



Figura 7 – Explicando o jogo educativo “QUIZ da QV”. FONTE: Autoria própria.



Figura 8 – Aplicando o jogo educativo “QUIZ da QV”. FONTE: Autoria própria.

No Ensino de Química, a importância da utilização dos jogos educativos é vista, quando realizada com regras claras e explícitas, como um auxílio enaltecedor no processo de ensino e aprendizagem, todavia, é primordial que se tenha um equilíbrio entre as funções educativa e lúdica (KISHIMOTO, 2006). O “QUIZ da QV” não apenas possibilitou um momento de diversão e socialização em grupo, mas uma maior motivação para o trabalho, autoavaliação de desempenho, desenvolvimento cognitivo dos discentes e serviu como um instrumento facilitador da inclusão e da aprendizagem.

Sob esse viés, “o interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem” (CUNHA, 2012, p. 92). Neste trabalho, o “QUIZ da QV” foi elaborado com materiais simples e acessíveis, o que torna fácil o seu desenvolvimento com consequente aplicação, podendo ser adaptado e utilizado em outras disciplinas em substituição aos exercícios de fixação em sala de aula, que, em sua grande maioria, não são motivadores ou inclusivos. Dessa forma, segundo Fernandes e Reis (2017), explorar o visual, além de ser essencial na educação dos indivíduos com deficiência auditiva se mostra também muito eficiente na retenção da aprendizagem do ouvinte. Desse modo, acreditamos que toda a prática pedagógica voltada para o trabalho de TODOS (alunos com deficiência auditiva e ouvintes) deve estar pautada no uso de recursos visuais.

5.2.2 Estudo de caso: “Problemas na Exportação das Bananas”

No terceiro encontro, por meio de aulas dialogadas e participativas foram trabalhados os doze princípios da QV. Inicialmente, os alunos foram indagados a enumerar doze princípios para a QV, isto é, para uma Química sustentável. As principais respostas foram: “*Usar produtos menos tóxicos*”; “*Não usar pesticidas muito tóxicos*”; “*Não desperdiçar material*”; “*Reciclar as garrafas e não poluir o meio ambiente*”. Vale ressaltar que, durante todas as aulas, a participação da turma foi muito importante para que se pudesse problematizar o assunto, pois durante essa explicação, usou-se como exemplo de aplicação efetiva desses princípios, a produção de biodiesel.

Um discente afirmou: “*Eu fui visitar o meu tio ele tem tipo uma fazenda em Campina Grande (...) daí ele me mostrou uma maçã sem e outra com agrotóxico e a diferença era enorme é muito interessante que ele plantou as duas. (...) A sem agrotóxico era menor e mais gostosa. Achei interessante.*” Por intermédio dessa fala, o aluno se posicionou quanto à sua vivência em relação ao assunto agrotóxico que foi discutido quando se explanava sobre o quarto princípio da QV. Através desse princípio, se determina o desenvolvimento de produtos seguros, a partir de reagentes de baixa toxicidade (ANASTAS; WARNER, 1998; ANASTAS; EGHBALI, 2010).

Desse modo, é preciso buscar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem danos ao ambiente. Em seguida, com o intuito de trabalhar de uma forma mais problematizada e contextualizada o ensino preconizado, desenvolveu-se o estudo de caso: “Problemas na Exportação das Bananas” (**Apêndice G**). Além desse estudo de caso, foram entregues aos discentes uma folha resumo com os 12 (doze) princípios da QV (**Apêndice H**) e uma notícia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (**Apêndice I**) para ajudá-los na solução do problema proposto, pois como corroboram Sá e Queiroz:

a utilização de artigos originais de pesquisa como fonte de inspiração para a produção de casos abre perspectivas para que jargões científicos, técnicas instrumentais, gráficos e tabelas sejam incorporados aos casos, eles aproximam o estudante da linguagem científica e favorecem o entendimento sobre o processo de construção da ciência. (2010, p.21).

Para a primeira leitura do estudo, convidou-se uma aluna para lê-lo em voz alta para toda a turma (Figura 9), que acompanhava a leitura e fazia os devidos questionamentos quanto à escrita do texto, como termos técnicos, caso houvesse. Visando uma maior socialização, inclusão e troca de ideias, assim como no jogo educativo “QUIZ da QV”, a

turma foi dividida em 5 (cinco) equipes de 7 (sete) a 8 (oito) alunos. Após a leitura do caso, cada equipe foi liberada, isto é, TODOS poderiam, caso precisassem, sair da sala de aula para realizarem suas pesquisas. Observou-se que alguns grupos foram à biblioteca da escola. Ao término desse encontro, isto é, no final da segunda aula, cada equipe apresentou, de forma escrita, as suas possibilidades de solução.



Figura 9 – Leitura com a turma do estudo de caso. FONTE: Autoria própria.

Em geral, a turma ficou entusiasmada com a possibilidade de aplicar seus conhecimentos nessa situação problema. Um estudo de caso não é apenas um exemplo do que poderia acontecer ou acontece em determinada situação. Um bom estudo de caso não é um jogo de adivinhação da resposta certa, no qual o professor pergunta qual o curso de ação os alunos devem estudar, A ou B – e depois anuncia: “Não vocês erraram, a resposta certa é C”. Um estudo de caso deve ser uma situação contextualizada na qual um problema é apresentado. Nomes e lugares podem ser mudados, se necessário, mas os fatos essenciais têm de permanecer os mesmos (LEFEVER, 2003).

A intenção com esse estudo de caso foi fazer com que os discentes lessem, observassem e refletissem sobre o texto e, em seguida, argumentassem, opinassem e escrevessem sobre suas possibilidades de solução. Mais uma vez a turma foi dividida em equipes, e todos tiveram uma aula inteira disponível para propor suas soluções. Feito isso, cada equipe escreveu um texto e o entregou ao final da aula. A Figura 10 mostra o texto de uma das equipes:

• Prevenção de resíduos: Para evitar a produção de resíduos nos banhos, utilizam-se^{as} banhas que não estão propícias ao consumo humano, na produção de adubo orgânico, que já está relacionada a outro princípio: produtos seguros. Como parte do plantio, eles utilizariam as banhas ainda verde na produção da biomassa e da farinha da casca de banana, o que reduziria o uso de agrotóxicos e que já inclui o princípio de número 3: síntese segura; consequentemente diminuindo o uso de carbureto de cálcio, que libera um gás de odor desagradável e inflamável, deve ser evitado no princípio da química segura, que visa a prevenção de acidentes.

Outra proposta são os produtos degradáveis, como por exemplo os bioplásticos, que são feitos a partir de alimentos gastos ou de resíduos da fabricação de sucos ou de processos industriais, no caso da banana, a sua extração é feita a partir da sua polpa ou da casca, eles podem ser comestíveis ou biodegradáveis, podendo substituir os alimentos substituindo o plástico com um, que leva centenas de anos para se degradar completamente no meio ambiente, enquanto o biodegradável leva em média de dois anos.

Com tudo isso, temos a percepção de que os princípios estão intrinsecamente ligados, por isso, não podemos resolver relações independentes entre eles.

Figura 10 – Resposta de uma das equipes para o estudo de caso. FONTE: Autoria própria.

Analisando a resposta dessa equipe, sob uma égide investigativa, pode-se inferir que a mesma não apenas indicou quais princípios poderiam ser primeiramente aplicados, como os contextualizou com a problemática apresentada. As demais equipes também apresentaram uma tomada de decisão pautada na sustentabilidade, atingindo assim, o principal

objetivo desse estudo de caso. É importante ressaltar que um dos objetivos fundamentais do ensino para a formação da cidadania está no desenvolvimento da capacidade de participação do indivíduo.

Desse modo, esse estudo de caso é uma melhor estratégia de ensino no desenvolvimento dessa participação e capacidade de tomada de decisão. Como legitimam Santos e Schnetzler (2010, p. 120): “um processo de construção do pensamento é fundamental no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão.”. Além disso, observou-se, por meio dessa atividade, uma maior interação da aluna com deficiência auditiva com a turma. Nesse aspecto, deve-se destacar que os discentes se constroem cotidianamente como seres críticos e cidadãos nas relações que desenvolvem uns com outros, sendo assim “a escola é um espaço de interação humana, muito mais do que um espaço para aprendizagem de conteúdos historicamente construídos.” (OLIVEIRA; XAVIER, 2014, p. 88).

5.2.3 Atividade Lúdica – “Fator E: Qual indústria sou eu?”

No quarto encontro, as aulas dialogadas e participativas se voltaram para o estudo do Fator E ou *E-factor* (de *Environment*, ambiental em inglês), bem como da revisão do conteúdo reação química. Como já descrito no item da fundamentação teórica, o cientista Roger A. Sheldon introduziu o conceito do cálculo do Fator E (Equação 1), como sendo a relação entre as quantidades do resíduo/desperdício e do produto desejado obtidas para um determinado processo (SHELDON, 1992).

$$FatorE = \sum \frac{\text{massa de resíduo/de sperdício (kg)}}{\text{massa produto desejado (kg)}} \quad (1)$$

Desse modo, o Fator E é um critério de avaliação para as reações químicas e está diretamente ligado à filosofia da QV, pois a exemplo do primeiro princípio dela, o da preservação e do segundo princípio, isto é, da economia/eficiência atômica, o objetivo desta ferramenta é estimar o desempenho dos processos de manufatura, em se tratando de geração de resíduos.

Com base nessa equação, pode-se deduzir que o “Fator E” é diretamente proporcional à massa do resíduo, logo, quanto maior for o valor do Fator E, maior é a quantidade de resíduo gerada. Em geral, usa-se como unidade o quilograma (Kg). Em recente

artigo publicado no *Journal of Green Chemistry*, principal periódico internacional de assuntos relacionados à QV, Sheldon celebra e discute sobre o aniversário de 25 anos da introdução do Fator E (SHELDON, 2017). A Figura 11 mostra a turma durante a aula expositiva na qual foi abordado o Fator E:



Figura 11 – Turma durante a aula que se trabalhou o Fator E. FONTE: Autoria própria.

Logo após essa aula com a turma, com o intuito de se trabalhar com a ludicidade o assunto proposto, a seguinte atividade lúdica adaptada foi realizada: “Fator E: Qual indústria sou eu?” (DCE, 2017). Inicialmente, a Tabela 2, descrita na fundamentação, foi copiada no quadro. Nela foram observados, de forma geral, quais são os valores ou intervalos de valores calculados do Fator E para a refinaria petrolífera e as indústrias de Química pesada, fina e farmacêutica (SHELDON, 2017). Em seguida, os alunos foram agrupados em 5 (cinco) equipes, e cada equipe recebeu um pacote com balas coloridas (Figura 12).

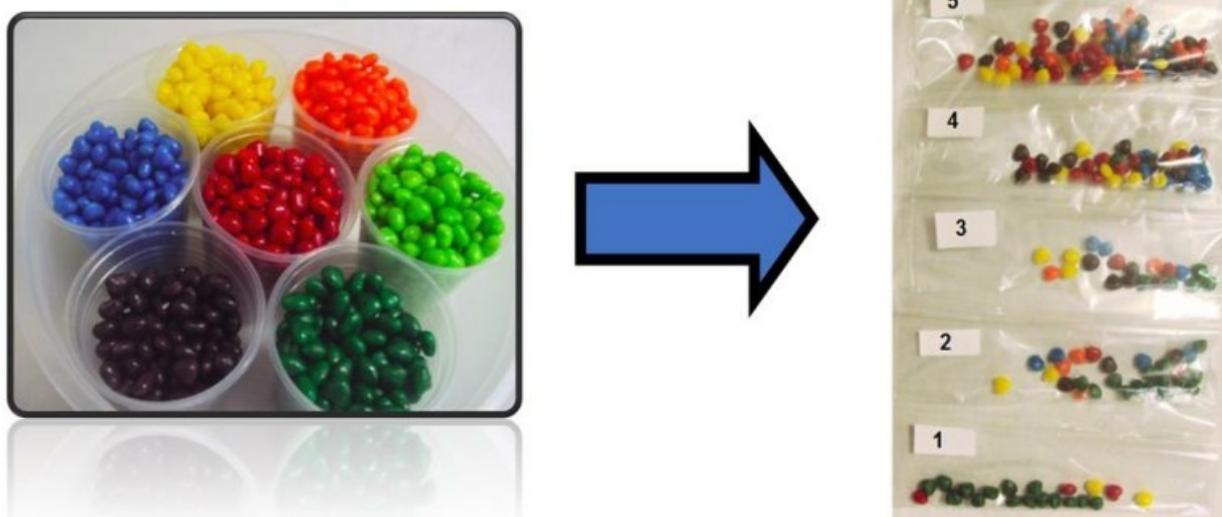


Figura 12– Balas coloridas utilizadas na preparação dos cinco pacotes. FONTE: Autoria própria.

Com o auxílio da equação supracitada, a equipe que fosse calculando o “Fator E” e, apontando, corretamente, para qual tipo de indústria seu pacote representava, ganhava o direito de comer essas guloseimas.

A turma inteira reagiu bem a essa dinâmica e mostrou-se feliz pela ideia de associar prazer, diversão e Química Verde nessa atividade. Foi recomendado que em cada equipe houvesse apenas um ou dois alunos responsáveis pela contagem, e que esses usassem luvas, por questões de higiene, ao passo que os demais discentes podiam auxiliar nos cálculos e na sua interpretação. A Figura13 mostra uma das equipes durante essa atividade lúdica:



Figura 13– Equipe durante a atividade lúdica proposta. FONTE: Autoria própria.

A Tabela 4 mostra a quantidade de balas verdes escuras que tinha em cada pacote, o cálculo desenvolvido do Fator E e as indústrias que essas representavam. Na intenção de facilitar os cálculos, considerou-se que cada bala, independente da cor, pesava 1g.

Tabela 4 – “Fator E: Qual indústria sou eu?”

| Pacote | Cálculo do Fator E (g de resíduo por g de produto) ¹ | Tipo de indústria (Fator E esperado) |
|---|--|---|
|  | $FatorE = \frac{5}{15} \approx 0,3$ | Refinaria petrolífera (< 1) |
|  | $FatorE = \frac{15}{15} = 1$ | Química pesada |

| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
|  | $\text{Fator}E = \frac{15}{5} = 3$ | (1 a 5) |
|  | $\text{Fator}E = \frac{40}{=1} = 40$ | Química fina (5 a 50) |
|  | $\text{Fator}E = \frac{70}{=1} = 70$ | Química farmacêutica (50 a 100) |

As unidades, na verdade, são em quilograma (Kg), todavia, para essa atividade, calculou-se usando apenas o número de balas, pois o Fator E é adimensional. FONTE: A autoria própria.

O roteiro original proposto pelo Departamento de Conservação Ambiental (DCE, 2017) propunha que fossem pesadas, por cada equipe, as balas verdes e as demais balas separadamente em uma balança analítica. No entanto, a inviabilidade de trazer tal instrumento para a sala de aula e o número reduzido do mesmo no laboratório de Química do IFPB, *campus* João Pessoa, se somaram para que o roteiro fosse adaptado. O importante é notar que tal mudança não modificou o objetivo central, mas na verdade, tornou a atividade mais simples e de fácil aplicação, pois são poucas escolas, principalmente do setor público, que dispõem de balanças analíticas.

Ainda nesse quarto encontro, uma aula expositiva e dialogada sobre as principais noções gerais e cuidados em segurança de laboratório, foi explanada. A elucidação dessas serviu de preparação para as atividades seguintes, que foram os experimentos realizados no laboratório de Química. Além dos cuidados que se deve ter em um laboratório, fora apresentada e discutida também a função de algumas vidrarias, como, por exemplo: o béquer, o enlarmeyer e a pipeta.

5.2.4 Aulas experimentais

No quinto encontro, as três aulas experimentais foram aplicadas no laboratório de Química do IFPB *campus* João Pessoa, as propostas de experimento foram (Apêndices **K**, **L** e **M**), respectivamente: “*Batata Espumante*”, “*Catálise por Vitamina C*” e “*Pasta de Dente de Elefante*”, adaptadas, respectivamente, de Novaes *et al.* (2013), do (DEC, 2017) e de Jesus (2013) para se discutir o conceito de Catálise, o nono princípio da QV. Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos e organizar sua discussão foi aplicado e analisado, posteriormente, um Questionário Pós-Experimentação, avaliando o entendimento dos estudantes a partir dos experimentos. É importante destacar o uso, em geral, de material alternativo e de baixo custo, como os comprimidos de vitamina C (ácido ascórbico) e água oxigenada (H_2O_2), adquiridos em uma farmácia local; o corante, as batatas e o detergente, comprados em mercados, dentre outros.

A turma foi dividida em dois grupos, tendo em vista o tamanho do laboratório e a grande quantidade de alunos. Antes dos experimentos, uma aula dialogada e participativa foi ministrada, para cada grupo, sobre o conteúdo de Catálise (Figura 14).



Figura 14 – Aula sobre Catálise no laboratório de Química. FONTE: Autoria própria.

‡ Experimento sobre “Batata Espumante”

Primeiramente, quanto à escolha da batata inglesa (*Solanumtuberosum L.*), destaca-se que ela:

é um dos alimentos mais consumidos no mundo e intensamente incorporada à gastronomia brasileira. No Brasil, a produção do tubérculo é estimada em aproximadamente 3,3 milhões de toneladas por ano, o que faz dela um alimento de fácil acesso em todo território nacional (NOVAES et al., 2013, p. 28)

A utilização da batata nesse experimento trouxe certa perplexidade para alguns discentes, que não tinham pensado que algumas atividades práticas tão simples pudessem ser interessantes e se relacionar com a Catálise. Um aluno afirmou: “*Olha é uma batata no experimento que legal?! Posso fazer em casa também!?! (...) Catálise é fácil*” (Figura 15). Segundo Novaes *et al.* “a ideia de que a Química é distante do cotidiano é uma constante para aqueles que não têm consciência da abrangência e aplicabilidade da ciência em geral” (2013, p. 27). Sendo assim, já é perceptível que houve uma mudança nessa “consciência da abrangência” da Química por parte dos discentes.



Figura 15 – Turma durante a aplicação do experimento da “Batata Espumante”. FONTE: Autoria própria.

Como indicado no roteiro experimental, que foi entregue a cada discente, cortou-se a batata em duas fatias e colocou cada uma em vidros de relógios. Com cuidado, espalhou água filtrada na superfície de uma das rodela de batata e observou que nada acontecia. Em seguida, espalhou, com bastante cuidado, água oxigenada sobre a outra fatia de batata e, rapidamente, verificou-se a formação de uma espuma branca (Figura 16).

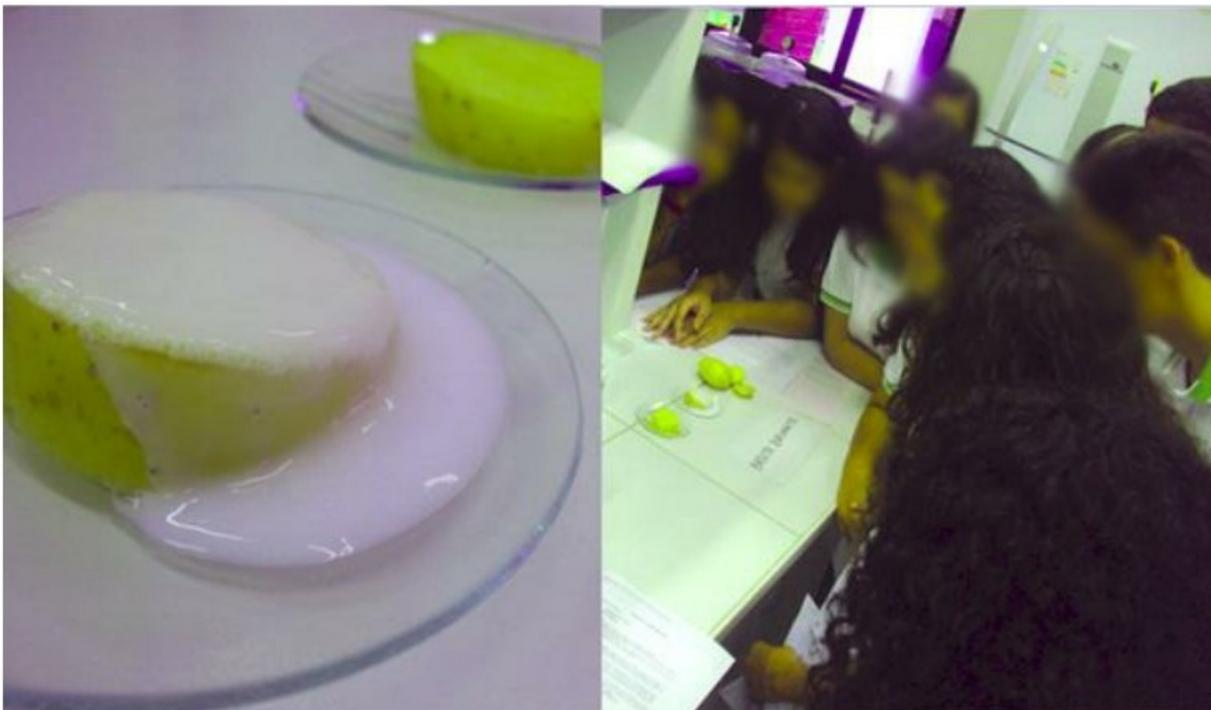
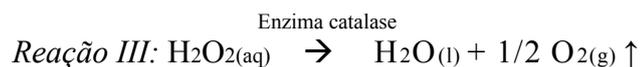


Figura 16– Alunos observando o desenvolvimento do experimento da “Batata Espumante”. FONTE: Autoria própria.

Ainda segundo Novaes *et al.* (2013), a espuma formada na batata é decorrente da decomposição do H_2O_2 causada pela presença de uma proteína chamada catalase, que nada mais é do que uma enzima. As enzimas, como catalisadores naturais, em geral, aceleram as reações químicas. Por vezes, essas reações poderiam levar dias para acontecer, mas catalisadas ocorrem em alguns minutos ou segundos. Desse modo, em segundos, o H_2O_2 é decomposto em água (H_2O) e gás oxigênio (O_2) (Reação III):



A batata é rica em catalase e, portanto, essa reação é facilmente observada. Biologicamente, o H_2O_2 é formado, naturalmente, nas células humanas, todavia, ele é bastante tóxico para o organismo e contribui para as reações que estão associadas ao envelhecimento (RODRIGUES; BARBONI, 1998). Entretanto, quando a catalase atua, formam-se dois compostos bastante inofensivos: a água e o oxigênio.

‡ Experimento sobre “Catálise por Vitamina C”

Na segunda experimentação, chamada de “*Catálise por Vitamina C*”, novamente, a reação de decomposição do H_2O_2 foi abordada, pois tal reação pode ser considerada como um excelente e versátil exemplo em que o nono princípio da Química Verde pode ser visto e alcançado (DCE, 2017). No início, foi discutido com os alunos que, tradicionalmente, na literatura, usa-se como catalisador o dióxido de manganês (MnO_2), que é tóxico. Por meio de discussão, foi explicado que, nessa pesquisa, tal reagente foi substituído por comprimidos de Vitamina C (ácido ascórbico), que também agem como catalisadores nesse processo.

É interessante frisar que nessa discussão os alunos se mostram bastante empolgados em poder escolher qual catalisador usar. Como corroboram Silva e colegas (2016) ao abordar um experimento que utiliza reagentes menos tóxicos, pode-se proporcionar outros elementos formativos, como o despertar no indivíduo a reflexão e a preocupação sobre suas ações com o meio ambiente e a saúde dos seres humanos, que são premissas da abordagem CTSA.

Como indicado no roteiro experimental, misturou-se 300 mL de água destilada, 30 mL de água oxigenada (H_2O_2) de 30 volumes, algumas gotas de corante alimentício e de detergente neutro, e dividiu-se a mistura em dois béqueres de 250 mL. Com cuidado, os béqueres foram levados ao aquecedor, onde foram aquecidos até, aproximadamente, $60^\circ C$. Usou-se um termômetro para verificar a temperatura. Com o auxílio de um almofariz e pistilo, um comprimido de vitamina C, de aproximadamente 1g, foi triturado e adicionado em apenas um béquer. Os alunos foram indagados: (i) Em qual dos dois béqueres a decomposição ocorreria mais rápido?; (ii) Quais seriam os produtos da reação envolvida?; (iii) E se esses produtos causariam danos ao meio ambiente? A turma participou de forma ativa, respondendo corretamente às indagações e mostrando-se motivada.

A decomposição catalítica do H_2O_2 , como previsto na literatura (DCE, 2017) ocorreu de forma intensa, liberando bolhas de $O_{2(g)}$ e oxidando o corante alimentício, como pode ser observado na Figura 17:

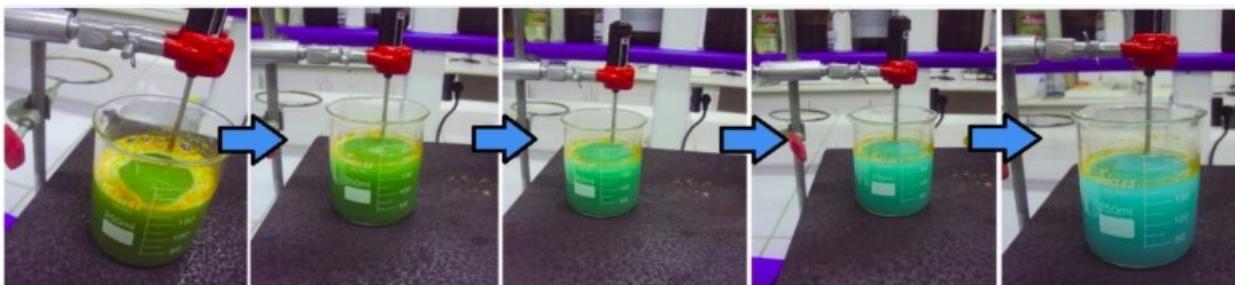


Figura 17 – Decomposição de H_2O_2 catalisado pela vitamina C. FONTE: Autoria própria.

Como supracitado, o experimento de decomposição catalítica do H_2O_2 , utilizado nessa pesquisa, consiste basicamente no monitoramento da reação de decomposição de H_2O_2 em dois ensaios realizados simultaneamente: (A) na presença de catalisador - Vitamina C e (B) na ausência de catalisador (Figura 18).

(A) Ensaio na presença de catalisador (Vitamina C):

Segundo Mowry e Ogren (1999), pode-se, visualmente para interpretações qualitativas, observar as variações na concentração de H_2O_2 através da acelerada mudança de cor na solução catalisada que varia de verde escuro para verde claro, e na liberação de bolhas de gás oxigênio (O_2).

Devido ao simples caráter investigativo do experimento e à sua limitação de tempo de realização (aproximadamente 50 minutos), não foram empregados sofisticados métodos analíticos quantitativos para se determinar as variações de concentrações de H_2O_2 nos ensaios ao longo do aquecimento (MOWRY; OGREN, 1999).

(B) Ensaio na ausência de catalisador:

Observou-se que uma reação mais lenta ocorre na ausência de catalisador, mesmo com o aumento da temperatura.

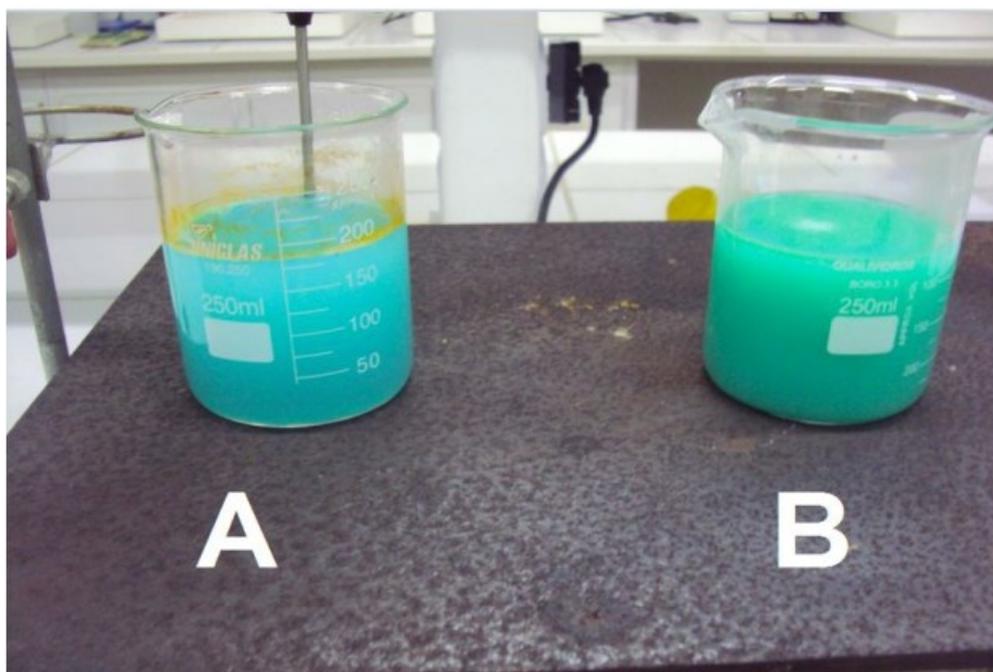
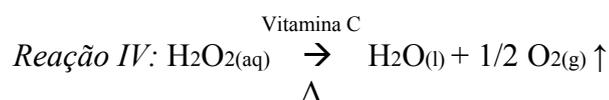


Figura 18 – Decomposição de H_2O_2 (A) na presença de catalisador Vitamina C e (B) na ausência de catalisador.
FONTE: Autoria própria.

Segundo Deutsch (1998) o ácido ascórbico forma o ácido dehidroascórbico (DHA), que depois forma outra espécie mais reativa, o ácido 2,3 dicetogulônico (DKG) que reage com o peróxido, que é um dos indicativos da ação antioxidante da vitamina C, e forma o ácido 4,5,5,6-tetra-hidro-2,3 dicetohexanóico (THDH). Pode haver também formação de outras espécies, o que não foi profundamente estudado nessa pesquisa, podendo ser mais bem tratado, em trabalhos analíticos futuros. Esse THDH contém um carbono com duas hidroxilas, quando isso acontece, esse composto fica instável e se decompõe liberando o oxigênio nascente que é altamente oxidante e oxida o corante. Todo esse mecanismo pode ser resumido na Reação IV:



‡ Experimento sobre “Pasta de Dente de Elefante”

No terceiro e último experimento, chamado de “*Pasta de Dente de Elefante*”, foi proposta ainda uma reação de decomposição catalítica do H_2O_2 . No entanto, o catalisador, dessa vez, foi o sal branco cristalino denominado iodeto de potássio (KI). Foram utilizados o H_2O_2 , KI e detergente como reagentes, além disso, utilizou-se uma espátula e uma proveta de 100 (cem) mL.

Os discentes estavam muito interessados com a experimentação, tanto que alguns afirmaram que: “*com todos os slides e aulas já dava para entender, mas com o experimento ficou bem mais fácil!*”. Diante disso, podemos confirmar que “o enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida” (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 86).

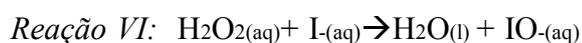
Segundo Rosa:

o desenvolvimento de atividades experimentais proporciona ao professor constatar a importância do planejamento e elaboração dos dados relativos à atividade prática e ao aluno exercitar seu senso dedutivo e investigativo, ao se confrontar com uma situação que promove a interação com os fenômenos envolvidos na experimentação (2013, p. 8).

Após a explicação das características dos reagentes a serem utilizados, realizou-se o experimento “*Pasta de Dente de Elefante*”, que nada mais é que: a decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em água (H_2O) e gás oxigênio (O_2) (Reação V):



Para isso, foi comentado que o H_2O_2 , mais conhecido como água oxigenada, sofre fotólise e, por conta disso, é conservado em vidros âmbar ou comercialmente, em plásticos opacos. Além disso, a reação espontânea de decomposição é bastante lenta, mas na presença de catalisadores é suscetível a uma formação mais rápida de gás oxigênio (SHRIVER; ATKINS, 2008). A reação de decomposição do H_2O_2 “pode se tornar explosiva quando catalisada por uma superfície metálica ou um álcali dissolvido do vidro” (SHRIVER, ATKINS, 2008, p. 405). Portanto, como catalisador, foi utilizado o KI, que ao se dissociar libera seus íons K^+ e I^- e catalisa a reação, conforme mecanismo abaixo:



Ao término desse esclarecimento, foi colocado 20 mL de água oxigenada numa proveta de 100 (cem) mL, juntamente a 5 (cinco) mL de detergente neutro. Vale salientar que todos os experimentos foram realizados pelo pesquisador, com o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) necessários. Posteriormente a adição desses reagentes, pediu-se que os estudantes se afastassem um pouco da mesa, por questão de segurança, para que o catalisador fosse adicionado. (Figura 19).



Figura 19 – Momentos do experimento da “Pasta de Dente de Elefante”. FONTE: Autoria própria

Assim que o catalisador foi adicionado ao peróxido de hidrogênio, uma espuma subiu rapidamente pela coluna da proveta liberando “fumaça” como ilustra a Figura 19. Diante disso, foi elucidado que a presença do detergente conveio para que eles pudessem perceber a formação do gás oxigênio, dado que os gases são incolores. Além disso, a coloração amarela foi percebida devido à presença do elemento iodo proveniente do sal (catalisador), comprovando que o catalisador não é consumido na reação (CHANG; GOLDSBY, 2013). Outra opção seria utilizar um corante alimentício de cor verde (Figura 20). Ambas as experimentações, com e sem corante, foram realizadas com a turma.

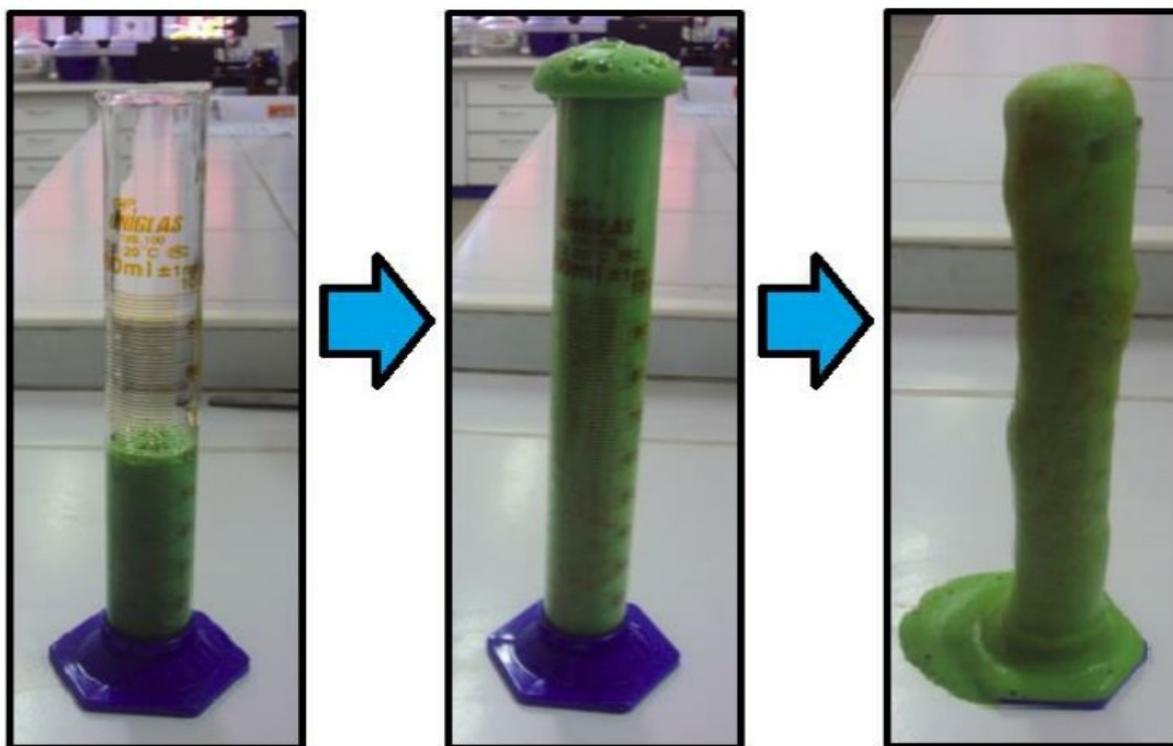


Figura 20 – Decomposição do H_2O_2 no experimento da “Pasta de Dente de Elefante”. FONTE: Autoria própria

Os estudantes ficaram entusiasmados com o experimento, compartilhando algumas dificuldades que apresentavam na disciplina, que após essas experimentações, o conteúdo de Catálise ficou bem mais compreensível, despertando neles o interesse em buscar novas informações.

À vista disso, findamos que a decomposição do H_2O_2 aconteceu, conforme previsto na literatura. A prática executada contribuiu de forma positiva, em atenção a participação ativa dos estudantes durante as explicações, tal como o despertar da curiosidade e desmistificação quanto aos acontecimentos relacionados à Química.

Ao escrever sobre seu ponto de vista, o discente “teve a possibilidade de produzir novos significados relativos à ação que vivenciou, gerando também novos questionamentos e argumentos referentes ao que emerge da relação entre professor-aluno e aluno-aluno” (CALIXTO; GALIAZZI, 2017, p. 174).

Quanto aos resultados do Questionário Pós-Experimentação, sob uma égide quantitativa, mais de 90% da turma respondeu corretamente a primeira pergunta, que trabalhava, a priori, os conceitos de catalisador e reação química.

Sob uma égide qualitativa, a maior parte dos alunos, ao responder a segunda e terceira questões, achou que esses experimentos, bem como todas as aulas (jogos, slides, estudo de caso), realizados, facilitaram o aprendizado do conteúdo abordado. Um aluno afirmou: “*Todos os assuntos foram fáceis de assimilar, pois além dos slides o professor soube explicar e fazer com que entendesse*”. A Figura 21 mostra o depoimento de outro discente:

2) Disserte brevemente sobre qual(is) conteúdo(s) você achou de mais fácil assimilação e qual(is) foram o(s) de mais difícil assimilação. Justifique sua resposta.

O conteúdo mais fácil, em teoria, não seria apenas um, e sim todos que compuseram as aulas pois nenhum foi de difícil assimilação ainda mais com a maneira simples e de fácil entendimento que o professor propôs.

3) Você acha que esse experimento, bem como todas as aulas (jogos, slides, estudo de caso), realizadas facilitou o aprendizado do conteúdo abordado? Por quê?

Sim. Porque, querendo ou não atividades desse tipo além de ser mais fácil de aprender, é divertido e prático, também possui a questão visual das práticas, que facilitou o entendimento do conteúdo.

No geral, o professor criou uma forma de dar aula que fez com que até os mais difíceis de aprender conseguissem participar do grupo de pessoas que poderiam até dar aula do assunto, se quisessem.

Figura 21 – Depoimento de um aluno quanto à metodologia usada. FONTE: Autoria própria

Esses resultados obtidos mostraram que houve um impacto positivo no aprendizado de TODOS (ouvintes e com deficiência auditiva) os alunos e um maior interesse pelas disciplinas de Química e de Introdução à Educação Ambiental.

5.2.5 Questionário Final (QF).

No sexto e último encontro dessa pesquisa, ao invés de usar apenas um questionário tradicional, optou-se pelo uso também de palavras cruzadas como recurso didático na avaliação. Todavia, o Questionário Final (QF) (**Apêndice D**) também continha questões abertas e de múltipla escolha. Nele foi avaliada a aprendizagem dos alunos quanto ao conceito da QV, definições de Catálise, matéria e reações químicas, além de personagens históricos relacionados ao conteúdo. Segundo Filho e colegas, enquanto os “exercícios tradicionais não favorecem a motivação para o estudo (...) a utilização de palavras cruzadas é um instrumento facilitador do processo de ensino-aprendizagem” (2009, p. 92).

Qualitativamente, por meio da observação do pesquisador, constatou-se que a turma mostrou grande interesse ao realizar o QF com esse recurso lúdico incluso. Um discente afirmou: “*Que massa a prova tem palavras cruzadas posso me divertir e ainda tirar nota boa.*” Essa fala demonstra o interesse do aluno em se “divertir” com as palavras cruzadas, no entanto, ele também afirma que será bem avaliado, pois tirará nota boa. Sob esse viés, percebe-se a sinergia entre a ludicidade e o caráter educativo da atividade proposta.

Quanto aos resultados para as palavras cruzadas, a Tabela 5 mostra a porcentagem de acertos e erros por palavra:

Tabela 5 – Resultados para as palavras cruzadas.

| Palavra abordada | Acertos | Erros | Branco |
|------------------|---------|-------|--------|
| Doze | 100% | - | - |
| Átomo | 100% | - | - |
| Catálise | 91% | 6% | 3% |
| Fator E | 100% | - | - |
| Lavoisier | 94% | 6% | - |
| Matéria | 94% | 6% | - |
| Mistura | 94% | 3% | 3% |
| Poluição | 91% | 9% | - |
| Prevenção | 88% | 9% | 3% |
| Química Verde | 100% | - | - |
| Reação Química | 94% | 6% | - |
| Reagentes | 94% | 6% | - |
| Solar | 100% | - | - |
| Sustentabilidade | 97% | 3% | - |

FONTE: Autoria própria.

Desse modo, a média de acertos foi de 96% contra 4% de erros, o que, quantitativamente, demonstra uma excelente assimilação dos conteúdos trabalhados, por parte dos alunos, nessa pesquisa. Como corroboram Filho *et al.*, palavras cruzadas auxiliam “o professor na identificação de dificuldades enfrentadas pelos alunos, principalmente quanto aos problemas de interpretação de conceitos e definições” (2013, p. 91).

Em seguida, os resultados obtidos para a questão “O que é a Química Verde?”, ilustram que 100% da turma mostrou ter uma ótima assimilação deste assunto, pois, de fato, a Química Verde se relaciona inerentemente com a sustentabilidade, sendo chamada, por vezes, de Química Autossustentável ou Química Limpa (LENARDÃO *et al.*, 2003). Um aluno escreveu: “*Química verde é a química sustentável que tem com(o) objetivo a invenção de novas tecnologias para a preservação e desenvolvimento sustentável*”.

Nas demais questões, isto é, a segunda e a terceira, os alunos apresentaram um resultado de, respectivamente 94% e 97% de acerto. Na segunda questão, pedia-se para relacionar, corretamente, os nomes dos cientistas Rachel Carson, Paul Anastas, John Warner e Roger Sheldon com suas principais obras ou contribuições para a temática estudada. A abordagem desse aspecto histórico é importante, pois “na História da Ciência e da Química alguns são eternamente lembrados, outros, eternamente esquecidos. [...] o relato dos erros e equívocos dos grandes cientistas, longe de diminuí-los, engrandecem-nos, conferindo ao feito científico sua dimensão humana” (FARIAS, 2003, p. 28).

Na terceira questão, pedia-se para determinar o valor do Fator E de uma indústria petroquímica, que gerava 1 (um) quilograma (Kg) de resíduo ou lixo por cada 5 (cinco) Kg de produto final. A resposta correta era 0,2. Como mencionado, apenas 3% dos avaliados não responderem corretamente. Quanto ao QF, de forma geral, a média da turma foi de 98% de acerto, o que é um excelente resultado.

A avaliação, desde que aplicada de forma coerente, é importante para se ter condições de visualizar o todo de um processo, pois ela é uma ferramenta para justificar outros planejamentos (ALMEIDA, 2011). Nessa pesquisa, o Questionário de Sondagem trouxe, a priori, um mapeamento real da condição em que se encontravam os alunos quanto à temática estudada, enquanto que o Questionário Final possibilitou, em geral, a avaliação do trabalho executado, possibilitando assim, a análise efetiva de onde se deram as melhorias, mais ou menos significativas, e onde é importante rever métodos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, pouco tem se discutido sobre a Química Verde no Ensino de Química, menos ainda numa abordagem de inclusão escolar. Espera-se, porém, que esse trabalho contribua para instigar, principalmente, professores e graduandos a buscar o desenvolvimento de práticas sobre essa temática em suas atividades de ensino e pesquisa.

Tendo em vista os resultados, essa pesquisa alcançou os objetivos propostos no seu planejamento, articulando os conhecimentos prévios dos alunos com o conhecimento científico aplicado posteriormente, desenvolvendo habilidades de observação, investigação, análise e resolução de problemas por meio do caráter discursivo dos questionamentos e ilustrativo das atividades lúdicas e dos experimentos químicos realizados durante as aulas. Tais ferramentas didáticas estimularam o interesse de TODOS os discentes pela Química, em que foi utilizada uma metodologia voltada para um estudo problematizado na abordagem CTSA e contextualizado com a QV, o que contribuiu para a formação de cidadãos mais críticos do meio no qual estão inseridos.

Em consonância com o exposto, os resultados alcançados deixaram perceptível a eficácia e a eficiência dos métodos utilizados, tais como: jogos educativos, estudo de caso e experimentação, inclusive dentro dos relatos advindos dos discentes, que apesar de ser um trabalho amplo, os conhecimentos da Química não foram deixados de lado, pelo contrário, foram inseridos com maior abrangência dentro da perspectiva da pesquisa.

Em particular, no tocante aos experimentos realizados: (i) se mostraram um ótimo recurso na compreensão do conteúdo abordado, fazendo com que os alunos visualizassem na prática tais conceitos; (ii) aprofundaram o estudo de catálise com uma abordagem motivadora, instigante e visualmente rica; (iii) os resultados obtidos mostraram coerência com resultados já publicados na literatura, o que indica a viabilidade de obtenção de resultados coesos por meio do procedimento experimental adotado. Vale frisar que, além dos experimentos, todos os outros recursos didáticos utilizados na pesquisa contribuíram e muito para a aprendizagem da aluna com deficiência auditiva, bem como dos alunos ouvintes, pois a partir desses recursos, se conseguiu enfatizar o aspecto visual com veemência, o que colaborou numa maior eficiência do processo de construção do saber científico.

Com relatos dos próprios estudantes, incluindo a aluna com deficiência auditiva, a proposta aplicada favoreceu um maior entendimento dos conteúdos químicos contextualizados com uma situação presente na rotina deles, dentro de uma problematização na qual eles buscaram resolver. Foi possível observar também que inúmeras habilidades

foram desenvolvidas em toda área do conhecimento, até no lado cidadão dos alunos, habilidades estas que não só alcançaram e, sim, superaram todos os objetivos propostos.

No entanto, a maior dificuldade observada na utilização de uma metodologia diversificada é referente ao tempo para se planejar e preparar as ações estratégicas de um tema específico, uma vez que se torna maior do que o tempo gasto para se preparar um estudo com base em um método tradicional de ensino, requerendo mais dedicação do professor, que é cobrado pela gestão escolar para ministrar todos os conteúdos do currículo da disciplina em um tempo insuficiente.

Os resultados alcançados mostraram que o tema abordado e a metodologia empregada possuem um potencial de transcender esse trabalho monográfico. Dessa forma, torna-se relevante a possibilidade da abordagem dos 12 princípios da QV em outros estudos de casos e aulas práticas, promovendo assim, um estudo e discussão sobre o tema de uma forma real, “fugindo” assim do fictício, conforme abordado na pesquisa.

No viés da inclusão, o direito à aprendizagem, o acesso a níveis mais elevados da educação e a permanência com qualidade educacional, fazem parte do que está posto como igualdade de direitos e de oportunidades educacionais para TODOS. Entretanto, ainda existe muito a fazer em prol da educação das pessoas com deficiência auditiva. É preciso desenvolver uma melhor conscientização em todos os âmbitos da sociedade e, principalmente, na formação e capacitação do professor. Evidencia-se que as pessoas com deficiência necessitam de estratégias de ensino e processos de avaliação escolares condizentes com suas peculiaridades.

Por fim, a utilização efetiva e cotidiana da Química Verde é o grande desafio a ser vencido. Para isso, é necessária a formação de pessoal com consciência em um desenvolvimento sustentável, a regulamentação de leis rígidas no âmbito ambiental e o desenvolvimento de processos verdes mais econômicos, os quais são os pilares para o enraizamento desta filosofia científica, para que ela se torne cotidiana nas práticas científicas e tecnológicas ao redor do planeta.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. P. **Minha escola recebeu alunos para a inclusão. Que faço agora?** 1ª ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.
- ANTUNES, M. P. **Ser protagonista: química.** 2ª ed. São Paulo: Edições SM, 2013.
- ANASTAS, P. T.; WARNER, J.C. **Green Chemistry: Theory and Practice.** Oxford Press: Oxford, 1998.
- ANASTAS, P. T; EGHBALI, N.; Green Chemistry: Principles and Practice. **Chemical Society Reviews**, v. 39, pp. 301-312, 2010.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, pp.176-194, 2003.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 5ª ed. Tradução: Ricardo Bicca de Alecastro. São Paulo: Bookman, 2012.
- BASTOS, A. R. B.; LINDEMANN, R.; REYES, V.; Educação Inclusiva e o Ensino De Ciências: Um Estudo sobre as Proposições da Área. **Journal of Research in Special Educational Needs**, v. 16, n.esp., pp. 426-429, 2016.
- BISOL, C. A.; VALENTINI, C. B. Surdez e Deficiência Auditiva - qual a diferença? **Objeto de Aprendizagem Incluir** – UCS/FAPERGS, 2011. Disponível em <http://www.grupoelri.com.br/Incluir/downloads/OA_SURDEZ_Surdez_X_Def_Audit_Texto.pdf> Acesso em: 13 de julho de 2017.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso: 13 de julho de 2017.
- _____. **Lei N° 9.795.** Brasília, 27 abr. 1999a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm> Acesso: 13 de julho de 2017.
- _____. **Decreto N° 3.298.** Brasília, 20 dez. 1999b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm> Acesso: 13 de julho de 2017.
- _____. **Decreto N° 5.626.** Brasília, 22 dez. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm> Acesso em: 13 de julho de 2017.
- _____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006a.
- _____. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2006b.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio**: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002.

BONZI, R. S. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo, **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, vol. 28, pp. 207-215, 2013.

CALIXTO, V. S.; GALIAZZI, M. C. A constituição do professor/pesquisador no componente curricular de Monografia por meio da escrita em diários de pesquisa. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, pp. 170-178, 2017.

CARSON, R.; **Primavera Silenciosa**. 1ª ed. São Paulo: Editora Gaia, 2010.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; **Química Verde no Brasil 2010-2030**, CGEE: Brasília, 2010 (ISBN 978-85-60755-31-8).

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

COSTA, M. R.; LIMA, M. D.; Propostas e Estratégias de Usos dos Recursos Visuais para o Ensino de Química aos Alunos Surdos. In: CONGRESSO NACIONAL DE LIBRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, I, 2015, Uberlândia (MG), **Anais...** Uberlândia: 2015. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.cepae.faced.ufu.br/sites/cepae.faced.ufu.br/CONALIBRAS/trabalhos/oral/eixo2/PROPOSTAS%20E%20ESTRATEGIAS%20DE%20USOS%20DOS%20RECURSOS%20VISUAIS%20PARA%20O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA%20AOS%20ALUNOS%20SURDOS.pdf>>. Acesso em 30 de jun. de 2016.

CORDEIRO, R. M. et.al. Uso de Atividades Experimentais no Ensino de Química na 1ª etapa do Ensino Médio para Educação de Jovens e Adultos: aplicação a partir da Necessidade dos Educandos. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA NA AMAZÔNIA, XIV, 2015, Belém (AM) **Anais...** Belém, 2015. Disponível em: <<http://www.14epqa.com.br/areas-tematicas/ensino-quimica/64-P424-429-uso-de-atividades-experimentais-no-ensino-de-quimica-na-1-etapa-do-ensino-medio-para-educacao.pdf>> Acesso em: 13 de julho de 2017.

CRUZ, J. B. **Laboratórios**. 1ª ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, pp. 92-98, 2012.

DEMO, P. **Pesquisa participante**: Saber Pensar e Intervir Juntos (Série Pesquisa em Educação, vol. 8), 1ª ed. Brasília: Líber Livro, 2004.

DEUTSCH, J. C. Ascorbic Acid Oxidation by Hydrogen Peroxide. **Analytical Biochemistry**, 255, pp. 1-7, 1998.

DCE – Department of Environmental Conservation, **Catalysts**, New York State: USA, 2017. Disponível em: <<http://www.dec.ny.gov/education/104714.html>> Acesso em: 13 de julho de 2017

FARIAS, R. F. **Para Gostar de Ler a História da Química**. vol. 1, 1ª ed., Campinas: Editora Átomo, 2003.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Química Nova**, v. 34, n. 6, pp.1089-1093, 2011.

FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. R. G. S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, pp. 195-203, 2017.

FERNANDES, J. M.; REIS, I. F. Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, pp. 186-194, 2017.

FERNANDES, E. C.; SANTOS, G. Química Verde Experimental: Associar o Experimento Interdisciplinar à Reciclagem e Responsabilidade Ambiental. Seção de pôster apresentado na: 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010; 28-31 maio; São Paulo, Brasil. Disponível: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/33ra/resumos/T0269-1.pdf>> Acesso em: 13 de julho de 2017.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Ferreira, M. B.; Anjos, M. dos. (Coord.) 4ª ed. Curitiba: Positivo, 2009.

FILHO, E. B. et al. Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 31, n. 2, pp. 88-95, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 51ª ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2015.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 58ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, pp. 249-263, 2001.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Método de pesquisa**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HERREID, C. F.; Case Studies in Science – A Novel Method of Science Education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, pp. 221-229, 1994.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n. 13, pp. 299-313, 1994.

JESUS, H. C. **Show de química: aprendendo química de forma lúdica e experimental**, 2ª ed. Vitória: GSA, 2013.

JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO – Texto: “Barragem rompida e que levou a desastre ambiental tinha lama de Vale”. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/11/1710155-barragem-rompida-e-que-levou-a-desastre-ambiental-tinha-lama-da-vale.shtml>> Acesso em: 13 de julho de 2017.

KAUARK, F. S.; SILVA, V. A. S. Dificuldades de aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental e ações psico & pedagógicas. **Revista Psicopedagogia**, vol.25, n. 78, pp. 264-270, 2008. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v25n78/v25n78a09.pdf>>. Acesso em: 13 de julho de 2017.

KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P.; Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, pp. 68-74, 2017.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a Educação infantil. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida, (Org.). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. São Paulo: Cortez, 2006. p.13-43

LEITE, B. S. **Tecnologia no Ensino de Química: Teoria e prática na formação docente**. 1ª ed. Curitiba: Editora Appris, 2015.

LENARDÃO, E. J et al. Green chemistry – Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de Ensino e Pesquisa, **Química Nova**, v. 26, n.1, pp. 123-129, 2003.

LEFEVER, M. D. **Métodos Criativos de Ensino: Como ser um professor eficaz**. 1ª ed. Rio de Janeiro: CPAD, 2003.

LUDWIG, A. C. W. **Fundamentos e prática de Metodologia Científica**. Petrópolis: Vozes, 2009.

MACEDO, N. G.; ABREU, D. G. A. Ensino de química para pessoas portadoras de necessidades especiais: metodologias e estratégias presentes nos discursos de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XIV, 2008, Curitiba (PR), 2008. **Anais...** Curitiba: 2008. p. 1.

MACHADO, A. A. S. C. Da gênese ao ensino da química verde, **Química Nova**, v. 34, n. 3 pp. 535-543, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MITCHELL, A.; SAVILL-SMITH, C.; **The use of computer and video games for learning: A review of the literature**. Londres: Learning and Skills Development Agency (LSDA), 2004.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F.; A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, v. 25, n.1, pp. 7-11, 2002.

MOWRY, S.; OGREN, P. J. Kinetics of Methylene Blue Reduction by Ascorbic Acid. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 7, p. 970, 1999.

MESSEDER NETO, H. S. M.; MORADILLO, E. F.; O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

NOVAES, F. J. M. et al. Atividades Experimentais Simples para o Entendimento de Conceitos de Cinética Enzimática: *Solanum tuberosum* – Uma Alternativa Versátil. **Química Nova na Escola**, v. 35, n.1, pp. 27-33, 2013.

OLIVEIRA, M. L. et al. Educação inclusiva e a formação de professores de ciências: o papel das universidades federais na capacitação dos futuros educadores. **Revista Ensaio Pesquisa Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n.3 pp. 99-117, 2011.

OLIVEIRA, L. G.; MANTOVANI, S. M.; Transformações Biológicas: Contribuições e Perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n.3, pp. 742-756, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a18v32n3.pdf>> Acesso em: 13 de julho de 2017.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 39, n. 2, pp. 162-169, 2017.

OLIVEIRA, A. R.; XAVIER, G. C. **Questões sobre Linguagem, Escola e Ensino: Alguns olhares, várias direções**. 1ª ed. Florianópolis: Beconn, 2014.

PEREIRA, L. L. S. et al. Aula de Química e Surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. **Química nova na escola**. São Paulo, v. 33, n. 1, pp. 47-56, 2011.

PEREIRA, N. R. L.; AGUIAR, P. A. Metodologias de Ensino-Aprendizagem de Química: Reflexões sobre a Prática Docente no Ensino Médio. In: SEMINÁRIO DE ESTÁGIO DAS LICENCIATURAS, III, 2014, São José (SC) **Anais...** São José: 2014, p. 1-11.

PERLIN, G.; STROBEL, K. História cultural dos surdos: desafio contemporâneo. **Educar em Revista**, n. especial (2), pp.17-31, 2014

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

RAMOS, M. A. F. C. **Química Verde – potencialidades e dificuldades da sua introdução no ensino básico e secundário**. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química Para O Ensino, Faculdade de Ciência: Departamento de Química e Bioquímica, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009.

RIBEIRO, E. B. V.; BENITE, A. M. C. Formação de professores de Ciências para a Inclusão Escolar: estudos sobre a produção de diálogos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XV, 2010, Brasília (DF) **Anais...** Brasília: 2010, p. 1.

RINALDI, R. et al. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v. 30, n. 5, pp.1374-1380, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n5/a54v30n5.pdf>> Acesso em: 13 de julho de 2017.

RODRIGUES, A. A. A. O.; BARBONI, S.A.V. Revisão bibliográfica sobre a ausência da atividade da catalase em humanos: importância deste conhecimento para cirurgões-dentistas. **Sitientibus**, n. 19, pp. 87-98, 1998.

ROSA, E. L. S. **Uma Oficina Temática sobre Cerveja Artesanal para o Ensino de Química no Nível Técnico**. 2013. Dissertação. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2ª ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n.esp., pp. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SAVI, R., ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 6, n. 2, pp. 1-10, 2008.

SCHMIDT, M. L. S. Pesquisa participante: alteridade e comunidades interpretativas. **Psicologia USP**, v. 17, n. 2, pp. 11-41, 2006.

SELBACH, S. **Ciências e Didática**. Petrópolis: Vozes, 2010.

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

_____. The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability. **Green Chemistry**, v. 19, pp. 18-43, 2017.

SILVA, M. G. L. et al. Proposta de Experimento substituindo Metal Pesado nas Aulas de Química no Ensino Superior. **Holos**, v. 2, n.esp., pp. 132-141, 2016.

SILVEIRA, A. B. P.; **Química Verde: Princípios e Aplicações**, 2015. Dissertação. Instituto de Química, Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais. 2015.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. **Química Inorgânica**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

STEVANATO I. S. et al. Autoconceito de crianças com dificuldades de aprendizagem e problemas de comportamento. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 8, n. 1, pp. 67-76, 2003.

STROBEL, K. L. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. 2ª ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2009.

_____. **História da Educação de Surdos**. Texto-base de curso de Licenciatura de Letras/Libras, UFSC, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://www.libras.ufsc.br/colecaoLetrasLibras/eixoFormacaoEspecifico/historiaDaEducacaoDeSurdos/assets/258/TextoBase_HistoriaEducacaoSurdos.pdf> Acesso em: 13 de julho de 2017

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. Terminologias químicas em LIBRAS. **Química Nova na Escola**. v. 33, n.1, pp. 38-43, 2011.

TUNDO, P. et al. Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. **Pure and Applied Chemistry**. v. 72, n. 7, pp. 1207-1228, 2000.

VARGAS, V. C. C. O uso de questionários em trabalhos científicos, 2013. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2013_2/O_uso_de_questionarios_em_trabalhos_cientificos.pdf>. Acesso em: 13 de julho. de 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente**. 7ª ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.

_____. **O papel do brinquedo no desenvolvimento**. In: _____. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WARDENCKI, W. et al. Green Chemistry – Current and Future Issues. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 14, n. 4, pp. 389-395, 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, pp. 84-91, 2013.

WELLER, W.; PFAFF, N. Pesquisa qualitativa em educação: origens e desenvolvimentos. In: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicolle (orgs.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em educação**. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 12 - 2

ZANDONAI, D. P et. al. Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2014.

APÊNDICE A

Apresenta o Estudo de Caso “Problemas na Exportação das Bananas” com a identificação dos elementos que estão de acordo com as recomendações de Herreid (1994 *apud* Sá, Queiroz, 2010) sobre como se elaborar um bom caso (Figura 22).

Figura 22 – Estudo de Caso “Problemas na Exportação das Bananas”.

Um bom caso deve ser atual → **Problemas na Exportação das Bananas**

Um bom caso é relevante ao leitor e desperta o interesse. → Segundo a Agência Brasil (2016), os municípios campeões em produção agrícola individual no Brasil e em produção de frutas ficam no Nordeste. A banana é o principal produto frutífero, correspondendo a 21,9% do total nacional.

Nos últimos anos, a produção de banana no Estado da Paraíba, quarto maior produtor da região, tem buscado atender as exigências de seu mercado consumidor, em especial dos importadores estrangeiros. Eles pedem que a produção seja mais amparada segundo os princípios da Química Verde. Caso tais exigências não sejam cumpridas, as exportações podem ser afetadas, diminuindo a sua venda e prejudicando famílias e comunidades dependentes da produção dessa fruta. Carlos Pessoa nasceu e sempre morou em Campina Grande, na Paraíba. Ele é um agricultor que vive da produção e exportação de banana.

Um bom caso inclui citações → Nessa ano, seu filho, Davi Pessoa, foi estudar Controle Ambiental em João Pessoa, capital do Estado, e recebeu as novidades que seu pai trouxera. Carlos Pessoa lhe disse:

— Filho, as exportações de bananas de nossa fazenda estão sendo ameaçadas, pois nossos clientes estão exigindo que apliquemos os princípios de uma tal de Química Verde. Estamos preocupados, pois se não agirmos com pressa, poderemos ter nossa renda afetada e grande prejuízo nos bananais.

Um bom caso força uma decisão → — Pai, eu ainda estou no início do curso e não entendo muito de Química Verde, mas posso pedir ajuda aos meus colegas que estão no segundo ano de Controle Ambiental. Talvez eles possam nos ajudar a solucionar esse problema.

Davi Pessoa escreva o seguinte e-mail para seus colegas:

Um bom caso é curto

Um bom caso provoca um conflito

Um bom caso produz empatia com os personagens centrais

Untitled - Message (Rich Text)

File Edit View Insert Format Tools Actions Help

Send [Icons] Arial

To: []

Cc: []

Subject: URGENTE_Química Verde

Boa tarde pessoal,

Espero que todos estejam bem. Estou precisando da ajuda de vocês. As exportações de banana na fazenda de meu pai serão drasticamente afetadas se ele não aplicar alguns princípios da Química Verde na sua forma de produção. Parece que isso vale também para todos os outros produtores de bananais.

Gentilmente, peço que vocês nos ajudem ao dizer quais seriam os princípios da Química Verde e sobre o que devemos fazer nos bananais, pois acredito vocês estudaram sobre esse assunto.

Aguardo a resposta de vocês,

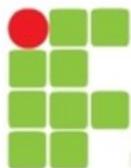
Muito obrigado pela atenção

Atenciosamente,
Davi Pessoa

Vocês são esses amigos de Davi Pessoa e terão que ajudá-lo a solucionar esse problema, descobrindo quais são os princípios da Química Verde e o que o Sr. Carlos Pessoa deve fazer para enquadrar seus bananais a tais princípios, quando possível.

APÊNDICE B

Questionário de Sondagem (QS) aplicado com os alunos do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* João Pessoa, previamente às aulas.



IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

DURAÇÃO DA AULA: 50 MINUTOS

Questionário de Sondagem

Prezado(a) estudante, nesse momento, realizaremos um questionário de sondagem para compreendermos suas percepções acerca do tema Química Verde (QV) e da disciplina de Química, de modo geral.

1) O que é a Química Verde?

2) Como a Química está envolvida no seu dia-a-dia?

3) Relacione, corretamente, o significado das seguintes palavras abaixo:

- | | |
|--|----------------------|
| <input type="checkbox"/> Ato ou efeito de <i>prevenir</i> . | 1 - Prevenção |
| <input type="checkbox"/> Bom uso dos recursos naturais da Terra. | 2 - Eficiência |
| <input type="checkbox"/> Que obtém resultados ou tem o funcionamento esperado com uma maior economia de recursos e/ou tempo. | 3 - Sustentabilidade |

4) Em sua opinião, a Indústria Química, em geral, traz benefícios e/ou malefícios para a sociedade? Exemplifique sua resposta.

5) Em sua opinião a disciplina de Química é considerada:

- Fácil Difícil Intermediário
- Outra resposta: _____

6) Você considera compreensível a disciplina de Química?

- Sim Não
- Outra resposta: _____

7) Entre os assuntos que já foram abordados no Ensino Médio você já ouviu falar de Química Verde?

- Sim Não

RESPOSTAS

APÊNDICE D

Questionário Final (QF) aplicado com os alunos do 1º ano do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio do IFPB, *campus* João Pessoa, Paraíba.



IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

DURAÇÃO DA AULA: 100 MINUTOS

Questionário Final

1) O que é a Química Verde? **(5 pontos)**

2) Relacione, corretamente, os nomes dos cientistas apresentados na coluna à esquerda com suas obras ou contribuições na coluna à direita. **(5 pontos)**

- | | |
|--------------------------------------|--|
| (1) Roger A. Sheldon | () Escreveu a obra “Primavera Silenciosa” e fundou o novo ambientalismo. |
| (2) Paul T. Anastas e John C. Warner | () Escreveram a obra “Química Verde: Teoria e Prática”, introduzindo os 12 princípios da Química Verde. |
| (3) Rachel L. Carson | () Introduziu o cálculo do Fator E ou fator de eficiência. |

3) No estudo da Química Verde, o cálculo do Fator E ou fator de eficiência é uma maneira de se avaliar a eficiência de um processo. O Fator E é descrito como a razão entre a massa de resíduos total e a massa de produto obtido em um processo sintético. Se em uma indústria petroquímica, gera-se 1 quilograma de resíduo ou lixo por cada 5 quilograma de produto final, quanto será o valor do Fator E?

(10 pontos)

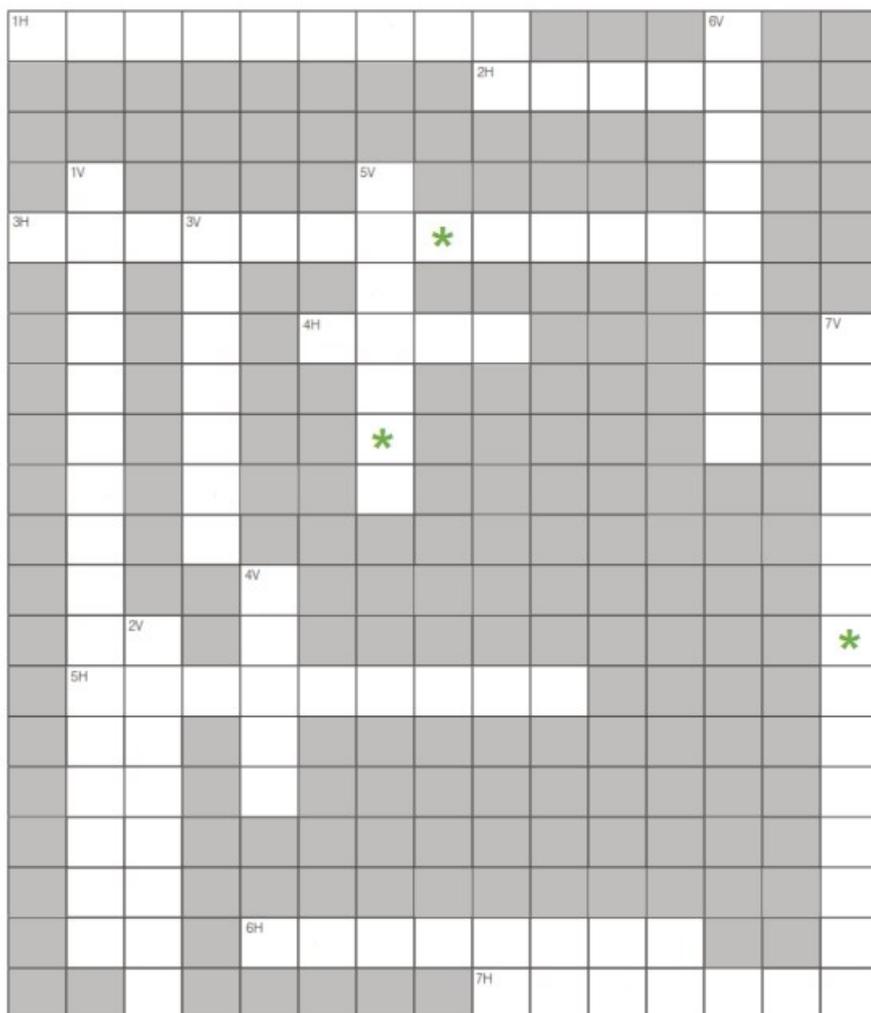
Dados: $Fator\ E = \frac{(\quad)}{(\quad)}$

- a) 1
- b) 5
- c) 0,2
- d) 0,1
- e) zero

Não serão aceitas as respostas sem cálculos.

4) Complete, corretamente, as palavras cruzadas a seguir:

(40 pontos)



Horizontal

1. São substâncias químicas usados em uma reação química para formar os produtos. (Plural)
2. É a energia proveniente da luz e do calor do Sol que é aproveitada e utilizada por meio de diferentes tecnologias.
3. É definida pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) como a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas.
4. Número total de princípios da Química Verde, propostos pelos cientistas americanos Paul T. Anastas e John C. Warner.
5. Químico francês (1743-1794). No século XVIII, introduziu a Lei da Conservação das Massas.
6. Entende-se a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente, provocando um efeito negativo no seu equilíbrio, causando assim danos na saúde humana, nos seres vivos e no meio ambiente.
7. Sistemas formados por duas ou mais substâncias compostas ou simples que sejam diferentes. Dessa forma, esses sistemas apresentam as propriedades físicas não definidas e variáveis. Não se produzem modificações químicas.

Vertical

1. Termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações.
2. Aumento da velocidade de uma reação, devido à adição de uma substância chamada de catalisador. Desse modo, é simplesmente definida como sendo a ação do catalisador.
3. Tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço.
4. Menor unidade do elemento químico.
5. Mede a eficiência de um processo, sendo descrito como a razão entre a massa total de resíduos e a massa de produto obtido/desejado em um processo. Esse cálculo foi introduzido pelo cientista britânico Roger Sheldon.
6. Na Educação Ambiental, é a prática de preservar o meio ambiente, sendo feita para beneficiar o homem, a natureza ou ambos.
7. É uma transformação química da matéria que envolve alterações na sua natureza química, isto é, nas ligações entre as partículas, resultando na formação de nova substância.

APÊNDICE E



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

A intenção deste termo é convidá-lo(a) para participar, como voluntário(a), em um projeto de pesquisa, na área de Ensino de Química, submetido ao IFPB *campus* João Pessoa. Este projeto visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem de alunos pertencentes ao 1º ano do Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental, por intermédio da aplicação de atividades experimentais.

Dados de identificação do Projeto: Título do Projeto: **Uma proposta de ensino da Química Verde (QV) acessível para estudantes Surdos.**

Pesquisadores Responsáveis: Profa. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo na condição de orientadora; Aluno: Carlos Alberto da Silva Júnior, graduando em licenciatura em Química.

Instituição promotora: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa.

Gostaríamos de contar com sua colaboração, que consiste em participar, por meio de entrevistas e questionários, sobre sua visão em relação à disciplina Química, materiais didáticos, avaliação e conhecimentos específicos básicos a esta ciência. O provável benefício que esta pesquisa poderá proporcionar a você é uma melhora no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. As atividades que você participará não oferecerão risco à sua saúde, sendo assim, não haverá motivos para suspensão desta pesquisa. Além disso, “considerando os riscos de possíveis constrangimentos ao responder a alguma arguição de questionários/formulários ou entrevistas ou deles decorrentes, a equipe de pesquisa garante o sigilo da identificação dos participantes”, entre outros cuidados inerentes aos procedimentos metodológicos do estudo.

Vale enfatizar que sua identidade será mantida em anonimato e que todas as informações prestadas/geradas serão utilizadas unicamente para os fins desta pesquisa. E ainda, sua participação irá colaborar para um melhor diagnóstico do ensino de Química, portanto, não lhe causará prejuízo profissional algum. Sua

privacidade individual será respeitada. É plausível frisar também que, sua participação é de fundamental importância para o sucesso da pesquisa.

Quaisquer dúvidas poderão também ser solucionadas junto à coordenadora responsável (Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo) no telefone (83) 99926-4377 e e-mail alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br. É importante lembrar que, a qualquer momento, você poderá desistir de participar da pesquisa.

Caso concorde em participar, nós agradecemos muito a sua colaboração e gostaríamos que assinasse a seguir, indicando que está devidamente informado(a) sobre os objetivos da pesquisa e os usos dos seus resultados.

Eu, _____ RG nº _____
declaro ter sido informado(a) e concordo em participar/permitir a participação como voluntário(a), do projeto de pesquisa supracitado.

Entrevistadora/Coordenadora
Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo

Entrevistado(a)

João Pessoa, _____ de _____ de _____

APÊNDICE F

Mostra as regras do “QUIZ da QV”, que foram explicadas no início da atividade para os alunos.

Jogo “QUIZ da QV”

Participantes:

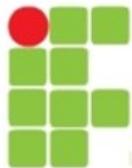
- 05 (cinco) equipes de 03 (três) ou mais estudantes;

Como jogar:

- 1- Embaralhe e distribua o mesmo número de questões para cada equipe, cada pergunta vale uma pontuação diferente dentro da mesma categoria. Cada equipe deve receber o número referente a uma única pergunta de cada uma das 04 (quatro) categorias.
- 2- Sorteie quem começa o jogo. O jogador deve falar qual a categoria ele quer começar.
- 3- Se a resposta for correta, ele ganha a pontuação da questão sorteada.
- 4- Se errar a resposta, não pontua e passa a vez para outra equipe.
- 5- Vence o jogo quem acertar o máximo de questões e tiver a maior soma de pontos por acerto.

APÊNDICE G

Mostra o Estudo de Caso aplicado com os discentes:



IFPB / Química Verde / Data: 07/06/2017 – **Avaliação Parcial (30 pontos)**

Alunos(as): _____

ESTUDO DE CASO – Problemas na Exportação das Bananas

Segundo a Agência Brasil (2016), os municípios campeões em produção agrícola individual no Brasil e em produção de frutas ficam no Nordeste. A banana é o principal produto frutífero, correspondendo a 21,9% do total nacional.

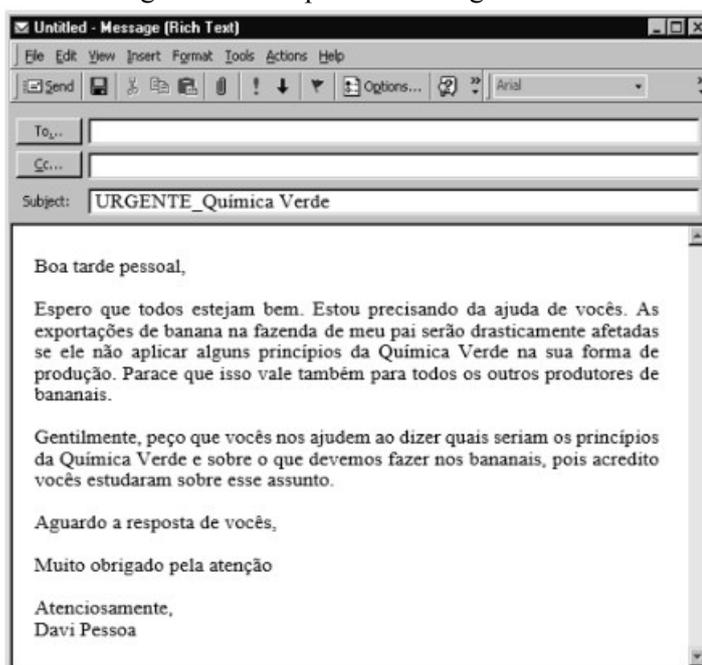
Nos últimos anos, a produção de banana no Estado da Paraíba, quarto maior produtor da região, tem buscado atender as exigências de seu mercado consumidor, em especial dos importadores estrangeiros. Eles pedem que a produção seja mais amparada segundo os princípios da Química Verde. Caso tais exigências não sejam cumpridas, as exportações podem ser afetadas, diminuindo a sua venda e prejudicando famílias e comunidades dependentes da produção dessa fruta. Carlos Pessoa nasceu e sempre morou em Campina Grande, na Paraíba. Ele é um agricultor que vive da produção e exportação de banana.

Nessa ano, seu filho, Davi Pessoa, foi estudar Controle Ambiental em João Pessoa, capital do Estado, e recebeu as novidades que seu pai trouxera. Carlos Pessoa lhe disse:

— Filho, as exportações de bananas de nossa fazenda estão sendo ameaçadas, pois nossos clientes estão exigindo que apliquemos os princípios de uma tal de Química Verde. Estamos preocupados, pois se não agirmos com pressa, poderemos ter nossa renda afetada e grande prejuízo nos bananais.

— Pai, eu ainda estou no início do curso e não entendo muito de Química Verde, mas posso pedir ajuda aos meus colegas que estão no segundo ano de Controle Ambiental. Talvez eles possam nos ajudar a solucionar esse problema.

Davi Pessoa escreva o seguinte e-mail para seus colegas:



Vocês são esses amigos de Davi Pessoa e terão que ajudá-lo a solucionar esse problema, descobrindo quais são os princípios da Química Verde e o que o Sr. Carlos Pessoa deve fazer para enquadrar seus bananais a tais princípios, quando possível.

APÊNDICE H

IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE

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

| | |
|---|---|
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">1. PREVENÇÃO DE RESÍDUOS</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">É mais barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los depois que eles são produzidos.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">7. FONTES RENOVÁVEIS DE MATÉRIA PRIMA</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos.</p> </div> |
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">2. ECONOMIA ATÔMICA</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">As metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas de modo a incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">8. MINIMIZAR OU EVITAR DERIVATIZAÇÃO</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">A derivatização desnecessária deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas usam reagentes adicionais e podem gerar resíduos.</p> </div> |
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">3. SÍNTESE SEGURA</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">Deve-se desenvolver rotas sintéticas que utilizam e geram substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">9. CATALISE</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">O uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos.</p> </div> |
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">4. PRODUTOS SEGUROS</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">Deve-se buscar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem danos ao ambiente.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">10. PRODUTOS DEGRADÁVEIS</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se.</p> </div> |
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">5. SOLVENTES E AUXILIARES SEGUROS</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">Substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes precisa ser evitada ao máxima; quando inevitável, devem ser inócuas ou reutilizadas.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">11. ANÁLISE EM TEMPO REAL P/ PREVENÇÃO</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">Monitoramento e controle em tempo real deve ser viabilizado. A possível formação de substâncias tóxicas deve ser detectada antes de sua geração.</p> </div> |
| <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">6. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">A utilização de energia pelos processos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos. Deve ser minimizada.</p> </div> | <div style="background-color: #2e7d32; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">12. QUÍMICA SEGURA (PREVENÇÃO DE ACIDENTES)</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> <p style="font-size: small;">A escolha das substâncias, bem como sua utilização em processos químicos, deve procurar a minimização do risco de acidentes.</p> </div> |

QUÍMICA
UFABC

DISCIPLINA NHT4033-15 - PRÁTICAS DE QUÍMICA VERDE
PROF. ÁLVARO TAKEO OMORI, 2017
(<https://sites.google.com/site/praticasquimicaverdeufabc/>)

Fonte: <https://sites.google.com/site/praticasquimicaverdeufabc/my-forms> Acesso em 07 de junho de 2017.

Apêndice I

Novo equipamento vai facilitar trabalho de produtores de bananas

Até que a banana chegue à mesa do consumidor são necessárias dezenas de atividades, desde a escolha da área de plantio até a disposição dos frutos nas gôndolas. Para uma destas etapas – o desperfilhamento da bananeira – um grupo de pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada em Manaus (AM), desenvolveu um equipamento que vai facilitar a vida do agricultor. O desperfilhador por roto-compressão, a ser lançado na 3ª Mostra de Máquinas e Inventos para Agricultura Familiar, que acontece de 8 a 10 de maio, em Pelotas (RS), apresenta maior eficiência na eliminação dos perfilhos da bananeira do que os equipamentos existentes atualmente, proporcionando redução de mão de obra e maior praticidade de uso.

Comparado à ferramenta "Lurdinha", utilizada em todo o Brasil pelos agricultores, o desperfilhador por roto-compressão tem eficiência 20,35% maior na eliminação total dos perfilhos. Em testes realizados em área de produtores de banana em Presidente Figueiredo (AM), apenas 0,73% de uma mostra de mil (1000) perfilhos removidos com o novo equipamento voltaram a brotar. O percentual de rebrotamento com a "Lurdinha" chegou aos 22,52%. Mas a eficiência não se dá apenas na remoção dos perfilhos. O desperfilhador por roto-compressão também agiliza o trabalho do agricultor. Nos testes, para eliminar mil (1000) perfilhos com a "Lurdinha" foram necessárias 4h44min. Com o novo equipamento a economia de tempo foi de quase uma hora: 3h45min.

Além da "Lurdinha", o desbaste também pode ser feito com facão. Neste caso, cortando-se a parte aérea do perfilho, é necessário repetir a operação a cada 30 dias. A "Lurdinha" também possui outras desvantagens, como maior esforço do operador, além da dificuldade de a gema de crescimento sair da janela do equipamento.

Desperfilhamento

A bananeira produz grande número de perfilhos (brotos), o que proporciona uma quantidade elevada de plantas por touceira. A competição entre elas reduz a produção do bananal e a qualidade dos frutos. Para que a produção seja mantida, é imprescindível efetuar o desbaste, conduzindo a touceira com uma mãe, um filho e um neto. A técnica consiste em selecionar um dos perfilhos na touceira, optando-se por um perfilho vigoroso. O desperfilhamento das touceiras, apesar de simples, é crucial para o sucesso do plantio, uma vez que plantios não desperfilhados não respondem a qualquer outra tecnologia adotada, além de reduzir a vida útil dos bananais.

Funcionamento do desperfilhador

O desperfilhador por roto-compressão funciona apenas com a força do operador, não sendo necessária qualquer energia complementar, como baterias ou eletricidade. Para começar o trabalho, o operador deve segurar o guiador do equipamento com as duas mãos e colocar a extremidade inferior no perfilho já cortado, onde fica a gema apical. Esta extremidade inferior do desperfilhador é formada por uma broca, semelhante a uma pua com rosca sem fim. Com a aplicação da força do operador para baixo, uma mola do desperfilhador é comprimida, fazendo a broca girar e penetrar o perfilho, destruindo a sua gema apical. Com a utilização do desperfilhador, acontece o dilaceramento dos tecidos da gema apical, que corresponde à etapa final do ciclo de trabalho.

Cultura da Bananeira

A cultura da bananeira (*Musa spp.*) ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e a terceira posição em área colhida no Brasil. É considerada uma cultura de subsistência, produzida em pequenas áreas rurais. A safra brasileira corresponde a 7,3 milhões de toneladas para uma área colhida de 503.354 hectares, distribuídos entre 65.500 produtores, conforme dados de 2013.

Comercialização

O equipamento ainda não está disponível para comercialização. A Embrapa vai abrir edital para licenciar empresa(s) interessada(s) em fabricar o desperfilhador por roto-compressão. O equipamento está registrado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi) sob o número BR 10 2014 004382 9.

FONTE: EMBRAPA, 2017.

APÊNDICE J

Mostra as regras da atividade lúdica “Fator E: Qual indústria sou eu?” que foi adaptada da literatura (DCE, 2017) e visa de maneira simples, criativa e dinâmica abordar o cálculo do Fator E, proposto por Roger Sheldon (1992):

Fator E: “Qual indústria sou eu?”

Participantes:

- 05 (cinco) equipes de 03 (três) ou mais estudantes;

Como jogar:

1- Escreva no quadro a seguinte equação:

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

2 - Peça para um voluntário de cada equipe vir à frente da classe e escolher um único pacote de balas.

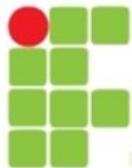
3 - Diga aos estudantes que o objetivo desta atividade é mostrar de forma lúdica como calcular o Fator E de cada pacote e que, na verdade, esta equação é usada por químicos para avaliar processos industriais.

4 - Peça aos alunos para separar as balas de cor verde das outras cores e contar a quantidade de cada uma. As balas verdes representam o produto desejado, isto é, o produto químico que você realmente precisa, enquanto as outras cores são o resíduo ou o desperdício.

5 - Peça para cada equipe calcular o Fator E do pacote que recebeu.

6 - Faça uma discussão com os alunos sobre o resultado para cada indústria química.

7 - Ao final, os alunos podem comer as balas.

APÊNDICE K

IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

ALUNO (A): _____

DATA: 21/06/2017 – ROTEIRO DE EXPERIMENTO

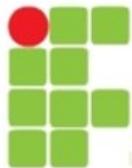
A BATATA ESPUMANTE***Material e reagentes:***

- 2 fatias de batata inglesa
- água filtrada
- água oxigenada
- vidros de relógio

Procedimento:

- Corte a batata em fatias e coloque nos vidros de relógio.
- Com cuidado, espalhe água filtrada na superfície de uma das rodela de batata e observe. Aconteceu alguma coisa?
- Espalhe, com bastante cuidado, água oxigenada sobre a outra fatia de batata e observe. Aconteceu alguma coisa?

APÊNDICE L



IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

ALUNO (A): _____

DATA: 21/06/2017 – ROTEIRO DE EXPERIMENTO

CATÁLISE POR VITAMINA C

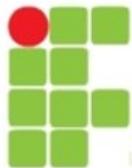
Material e reagentes:

- 02 (dois) béqueres de 250 mL;
- 01 (uma) espátula;
- 01 (um) pistilo;
- 01 (um) almofariz;
- 01 (um) aquecedor;
- 01 (um) termômetro
- Água destilada;
- Detergente neutro;
- Comprimidos de Vitamina C (ácido ascórbico);
- Corante alimentício de qualquer cor desejada;
- 30 mL de água oxigenada (H₂O₂) de 30 volumes.

Procedimento:

- Misturar 300 mL de água destilada, 30 mL de água oxigenada (30 volumes), algumas gotas de corante alimentício e de detergente neutro.
- Dividir a mistura em dois béqueres de 250 mL.
- Com cuidado, levar os béqueres ao aquecedor e aquecer até, aproximadamente, 60° C. Utilizar um termômetro para verificar a temperatura.
- Com o auxílio de um almofariz e pistilo, triturar um comprimido de vitamina C, de aproximadamente 1g e adicionar em apenas um béquer.
- Como supramencionado, o experimento de decomposição catalítica do H₂O₂, utilizado nessa pesquisa, consiste basicamente do monitoramento da reação de decomposição de H₂O₂ em dois ensaios realizados simultaneamente: na presença de catalisador (Vitamina C) e na ausência de catalisador, ambos sob aquecimento.

APÊNDICE M



IFPB - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DISCIPLINA: QUÍMICA

TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO (CONTROLE AMBIENTAL)

ESTAGIÁRIO: CARLOS ALBERTO / ORIENTADORA: ALESSANDRA TAVARES

ALUNO (A): _____

DATA: 21/06/2017 – ROTEIRO DE EXPERIMENTO

PASTA DE DENTE DE ELEFANTE

Material e reagentes:

- 01 (uma) proveta de 100 mL;
- 01 (uma) espátula;
- Corante alimentício de qualquer cor desejada;
- Detergente neutro;
- Água oxigenada (H₂O₂) de 30 volumes;
- Iodeto de potássio (KI);

Procedimento:

- Colocar dentro da proveta cerca de 5 mL de detergente neutro, algumas gotas de corante alimentício e cerca de 20 mL de água oxigenada;
- Com cuidado, adicione cerca de 2 g de iodeto de potássio à mistura dentro da proveta. Imediatamente saia de perto e observe a formação de uma espuma que subirá pela proveta e aumentará cada vez mais, caindo do lado de fora.