



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

ANA LAURA MENDES DE AMORIM

***ALTERNATE REALITY GAME (ARG): UMA ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA COM BASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO***

Caruaru

2023

ANA LAURA MENDES DE AMORIM

ALTERNATE REALITY GAME (ARG): UMA ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM BASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciada em química.

Orientador (a): Dr. Ricardo Lima Guimarães

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Amorim, Ana Laura Mendes de.

Alternate reality game (ARG): uma estratégia lúdica para o ensino de química com base no tratamento de esgoto / Ana Laura Mendes de Amorim. - Caruaru, 2023.

90 p. : il.

Orientador(a): Ricardo Lima Guimarães

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Alternate Reality Games. 2. Jogos educativos. 3. Tratamento de esgoto. I. Guimarães, Ricardo Lima. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

ANA LAURA MENDES DE AMORIM

**ALTERNATE REALITY GAME (ARG): UMA ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA COM BASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em química.

Aprovada em: 05/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Me. Maria Rúbia Viana de Freitas (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Aos meus pais, por todo amor, paciência e dedicação.
Sem vocês, nada disso seria possível. Os amo imensamente!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois nada seria possível sem a presença Dele na minha vida, direcionando meus passos quando eu não sabia para onde ir. Está comigo até quando não mereço, cuidando até do que eu não sei que precisa ser cuidado. Obrigada, meu Deus, por tudo e pelo seu amor incondicional!

Aos meus pais, Maxiloni Lopes de Amorim e Creuza Francisca Mendes, meu amor e minha eterna gratidão, vocês são o meu alicerce, meu mundo, meu tudo, jamais conseguirei retribuir tudo que fizeram e fazem por mim, é impagável. Ao longo de toda minha vida observei a dedicação de vocês em prol da minha educação, obrigada por acreditarem em mim. Amo vocês!

Aos meus presentes em forma de irmandade, Marcos Antonio e Ana Beatriz. Vocês chegaram complementando tudo que eu nem sabia que me faltava. Irmãos, são eternos companheiros e ainda bem que os meus são vocês. Obrigada por tudo. Amo vocês!

Ao meu amigo, namorado e grande parceiro, Emmanuel Piancó. Agradeço pelos momentos de escuta, consolo e estímulo. Você é calma no meio da agitação e consegue fazer com que a confiança em mim mesma aumente todos os dias. Amo você!

Meus agradecimentos aos meus companheiros de curso e grandes amigos que assim se tornaram, Luiza Cavalcanti, Maria Taynná e Rafael Vinícius. Ter encontrado vocês, foi um grande presente, ter dividido as angústias com vocês, foi um grande alívio. Levarei em meu coração inúmeras situações que estivemos ali, um pelo outro, vencer essa jornada junto de vocês é muito gratificante, desejo o extremo sucesso para vocês! Para nós!!!

Ao meu orientador, Ricardo Guimarães, total respeito, admiração e gratidão. Obrigada pela acolhida, ensinamentos, direcionamentos, pela paciência e compreensão, tenho você como um verdadeiro exemplo a seguir. A todos professores que já passaram pela minha vida, levo comigo um pouquinho de cada um, como bem disse Rubem Alves, “Ensinar é um exercício de imortalidade. A gente ensina e continua a viver naquele que ensinamos”.

Obrigada também, aos meus companheiros de estágio: Carol, minha duplinha dinâmica; Fernando, o supervisor mais gente boa que alguém poderia ter e Evânio, sempre disposto a colaborar com todos.

Por fim, e não menos importante, a todos que foram e são especiais, que fizeram meus dias da graduação serem mais leves, Kleb, Júlio, Andrewemerson, Arthur, Victor, obrigada pelas partilhas, conversas, risadas. Obrigada por terem feito parte dessa jornada.

“A vida não é fácil para nenhum de nós. Mas e daí? Nós devemos ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos. Devemos acreditar que somos talentosos em alguma coisa, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada.”

Marie Curie

RESUMO

A necessidade de melhorias no processo de ensino aprendizagem traz à tona a busca por metodologias ativas, o que resulta na crescente utilização do lúdico como recurso didático. Isso porque é possível observar características presentes em sua estrutura que contribuem com os avanços necessários para a educação. Os jogos educativos, por sua vez, propiciam um ambiente estimulador, seja no prazer ou desprazer e acabam por retirar os estudantes do contexto passivo receptor da educação tradicional. Nesta pesquisa é utilizado um jogo de realidade alternativa (ARG, do inglês *Alternate Reality Game*) tendo como objetivo avaliar como a utilização de uma abordagem lúdica sobre o tratamento de esgoto pode auxiliar na compreensão do emprego dos processos físicos, químicos e biológicos por estudantes do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste. Tratou-se de uma pesquisa de natureza básica e abordagem qualitativa, aplicada de forma virtual por meio da plataforma do Google Classroom e contou com a participação de 9 discentes matriculados a partir do 7º período do curso. A proposta foi analisada por meio dos próprios desafios que compõem o jogo, usando um questionário fechado, baseado na Escala Likert, que observa os graus de concordância em relação a uma determinada afirmação e um aberto a fim de obter um resultado mais descritivo. Foi possível perceber, durante a aplicação e análise dos resultados, a funcionalidade do ARG em virtude de sua estrutura, pautada na variedade de desafios, tornando o jogo mais dinâmico, além de desenvolver a autonomia nos estudantes por meio da busca pelo conhecimento. Isto posto, pode-se afirmar que a utilização de um *Alternate Reality Game*, se bem estruturado, é capaz de favorecer o ensino de química.

Palavras-chave: *Alternate Reality Games*; jogos educativos; tratamento de esgoto.

ABSTRACT

The need for improvements in the teaching-learning process brings up the search for active methodologies, which results in the increasing use of play as a didactic resource. This is because it is possible to observe characteristics present in its structure that contribute to the necessary advances for education. Educational games, in turn, provide a stimulating environment, whether in pleasure or displeasure, and end up removing students from the passive context of traditional education. In this research, an Alternate Reality Game (ARG) is used, with the objective of verifying how the use of a playful approach to sewage treatment can help in understanding the use of physical, chemical and biological processes by students of the Chemistry course at the Federal University of Pernambuco – Campus Agreste. It was a research of a basic nature and a qualitative approach, applied virtually through the Google Classroom platform and with the participation of 9 students from the final periods of the course. The proposal was analyzed through the challenges that make up the game, using a closed questionnaire, based on the Likert Scale, which observes the degrees of agreement in relation to a given statement, and an open one in order to obtain a more descriptive result. It was possible to perceive, during the application and analysis of the results, the functionality of the ARG due to its structure, based on the variety of challenges, making the game more dynamic, in addition to developing autonomy in students through the search for knowledge. That said, it can be said that the use of an Alternate Reality Game, if well structured, is capable of favoring the teaching of chemistry.

Keywords: Alternate Reality Games; educational games; sewage treatment.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	JOGOS E EDUCAÇÃO: UMA POSSÍVEL FUGA DO ENSINO TRADICIONAL.....	16
3.1.1	Jogos Pedagógicos	16
3.1.2	Jogos no ensino de química	18
3.2	ALTERNATE REALITY GAME (ARG) UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	20
3.2.1	O que é um ARG?	20
3.2.2	Aspectos estruturais do ARG	21
3.3	TRATAMENTO DE ESGOTO.....	23
3.3.1	Saneamento básico no Brasil	23
3.3.2	Aspectos físicos, químicos e biológicos no tratamento de esgoto	26
4	METODOLOGIA	35
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	35
4.2	SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA.....	35
4.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	35
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	36
4.5	CONSTRUÇÃO DO JOGO E SUA HISTÓRIA: ARG – LUTE.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	OS DESAFIOS DO ARG	41
5.1.1	Dia 1	41
5.1.2	Dia 2	42
5.1.3	Dia 3	51
5.1.4	Dia 4	55
5.1.5	Dia 5	59
5.2	QUESTIONÁRIO FINAL.....	66
5.2.1	Motivação	66
5.2.2	Experiência do usuário	68
5.2.3	Aprendizagem	72
5.2.4	Análise das questões abertas	74
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS	82

APÊNDICE A – Questionário Desafio 3.....	86
APÊNDICE B – Questionário Desafio Final.....	87

1 INTRODUÇÃO

A educação tradicionalista deixou de ser a única opção metodológica há muitos anos. Atualmente é possível debruçar-se sobre incontáveis metodologias que objetivam uma melhoria no processo de ensino aprendizagem. A partir daí, percebe-se que a utilização do quadro junto a uma aula meramente expositiva, na maioria das vezes, não é a melhor alternativa. Sendo assim, o professor deve proporcionar um ambiente estimulador, o qual desperte o interesse do aluno para uma aprendizagem que ganha significado (CUNHA, 2012).

Atrelado a isso, a utilização do lúdico em sala de aula vem crescendo significativamente, esse fato pode ser comprovado através do aumento na quantidade de trabalhos que envolvem o uso de jogos publicados e apresentados em eventos de ciência e educação, ademais, essas publicações trazem contribuições importantíssimas resultando em diversos benefícios e avanços para a área da educação (SOARES, 2016).

Posto isso, Kishimoto (2017) argumenta haver um favorecimento no aprendizado com a utilização de jogos, tendo em vista o desenvolvimento de um ambiente adequado para a investigação e busca de soluções, distanciando-se do clima repressivo, o qual condena o erro. Fundamentado nessa ideia, percebe-se quão necessária torna-se a inclusão de diferentes metodologias no processo de ensino, e os jogos, são uma excelente ferramenta para a evolução educacional.

Nesse viés, este trabalho busca responder ao seguinte questionamento: de que forma uma abordagem lúdica sobre o processo de tratamento de esgoto pode ser utilizada para auxiliar os estudantes do ensino superior na contextualização dos processos químicos, físicos e biológicos? Essa inquietação manifestou-se após a vivência de dois momentos distintos. O primeiro tratou-se da aplicação de um *Alternate Reality Game* (ARG)¹, intitulado “Alternate Reality Game - Liga Orgânica Extraordinária (ARG - LOEx)”, ao qual tive o prazer de participar como jogadora e conhecer a dinâmica do jogo, durante a disciplina de Química Orgânica II no semestre letivo de 2020.2. O segundo momento ocorreu após o início de um estágio na Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), na área de tratamento de

¹ *Alternate Reality Game* (ARG) é um tipo de jogo pedagógico que combina as situações de um jogo com a realidade, recorrendo às mídias do mundo real, de modo a fornecer aos jogadores uma experiência imersiva.

esgoto, onde pude perceber a importância, ainda pouco discutida, dessa temática em sala de aula.

Diante da inquietude causada por esta temática, surgiu a ideia de ensinar química atrelada ao processo de tratamento de esgoto, assim como já é amplamente feito com o tratamento de água. Apesar de ser pouco explorado como recurso para o ensino, essa utilização se mostra viável, pois se trata de algo atual e bastante rico na utilização de processos químicos, físicos e biológicos estudados na graduação. Dessa forma, a abordagem dessa temática por meio de um *Alternate Reality Game* (ARG) pode proporcionar aos estudantes um aprendizado imersivo acerca desses processos, de forma lúdica.

Considerando todos os conceitos que podem ser tratados com a utilização dessa temática, eles irão perpassar desde os procedimentos de tratamento até a análise final para verificação dos parâmetros relacionados à qualidade do efluente tratado. Segundo a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa),

Os processos de tratamento do esgoto podem ser físicos, químicos e biológicos. Entre os existentes, alguns são adotados pela Compesa em suas Estações de Tratamento – ETE's: Decantador, UASB, Tanque Imhoff, Lagoa de Estabilização, Lodo Ativado com Aeração Prolongada, Valo de Oxidação e Biofiltro. (COMPESA, [s.d.])

Já em relação aos parâmetros de qualidade, segundo Marcondes (2012, p. 15) os principais são “[...] parâmetros físicos-químicos e microbiológicos, tais como: cor, turbidez, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), pH e óleos e graxas.” Além destes, pode-se citar os parâmetros microbiológicos, o qual destaco os coliformes termotolerantes.

Além disso, a escolha de trabalhar com o *Alternate Reality Game* (ARG) se deu pelo potencial metodológico que este possui, pois, como abordado por Cleophas *et al.* (2020, p. 2): “Os métodos tradicionais de ensino não conseguem, em seu âmago, engajar e motivar os alunos em sua totalidade, por isso se torna imprescindível diversificar esses métodos.”. Visando a motivação e o engajamento dos alunos, o ARG abarca características que corroboram para a superação dessas dificuldades, visto que, ele busca transformar o aprendizado em uma experiência imersiva, ultrapassando os limites da sala de aula, dialogando com o dia a dia do estudante, além de tornar o uso das tecnologias digitais um aliado para a educação (CLEOPHAS, 2019).

Em suma, serão apresentados nas próximas seções desta pesquisa, os objetivos gerais e específicos; referencial teórico que norteará a pesquisa; a metodologia, onde estão descritos a classificação, sujeitos e campo de pesquisa, instrumentos de coleta de dados, a análise de resultados e a construção do jogo e sua história, e por fim está detalhado os resultados e discussão.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar como a utilização de um ARG acerca do tratamento de esgoto pode auxiliar os estudantes do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste na compreensão e contextualização dos processos físicos, químicos e biológicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o conhecimento dos estudantes acerca do processo de tratamento de esgoto.
- Avaliar o uso do recurso lúdico ARG (*Alternate Reality Game*) no auxílio da contextualização dos processos existentes no tratamento de esgoto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente tópico abordará informações pertinentes para construção do trabalho intitulado “**ALTERNATE REALITY GAME (ARG)**: Uma estratégia lúdica para o ensino de química com base no tratamento de esgoto”.

A princípio, iremos discutir sobre a importância e a funcionalidade de metodologias ativas no processo de ensino aprendizagem, mais especificamente a utilização dos jogos pedagógicos e no ensino de química. Além disso, busca-se definir e explicitar o aspecto estrutural do ARG e discorrer sobre os benefícios de sua aplicação em sala de aula. Por fim, aborda-se o contexto histórico, bem como os aspectos físicos, químicos e biológicos presentes no tratamento de esgoto.

3.1 JOGOS E EDUCAÇÃO: UMA POSSÍVEL FUGA DO ENSINO TRADICIONAL

3.1.1 Jogos Pedagógicos

A palavra jogo tem sua origem no Latim, *Jocus*, que significa, gracejo, diversão, brincadeira. Apesar de conhecer seu significado, definir jogo ainda é uma tarefa difícil, isso porque ao pronunciar essa palavra o ouvinte pode compreendê-la de inúmeras maneiras. O jogo pode ser de adultos, crianças, animais, xadrez, político, de faz-de-conta, de tabuleiro, e em todas essas opções, há a presença de diferentes particularidades que compõem o jogo (KISHIMOTO, 2017).

Garcez (2014) pontua em sua tese a existência de um certo receio relacionado à aprendizagem conceitual por meio da utilização de jogos, apesar da aceitação da premissa que essa metodologia é eficaz para a motivação dos alunos. Isso mostra o quanto o meio educacional está imbuído pelo ensino tradicional e pelo conservadorismo.

Nessa perspectiva, Kishimoto (2017) destaca a existência da função lúdica e educativa,

- 1) **Função lúdica:** o jogo adquire como função, proporcionar diversão, prazer e até desprazer, quando escolhido voluntariamente.
- 2) **Função educativa:** o jogo age com o objetivo de ensinar algo que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo.

A partir daí, Kishimoto (2017) argumenta que essas duas funções devem estar presentes e coexistir em equilíbrio, pois, caso a função lúdica prevaleça, a atividade não passará de um jogo, e se a função educativa for a predominante, tem-se apenas um material didático.

Nesse sentido, faz-se necessário que os jogos utilizados em sala de aula encontrem o equilíbrio entre o aspecto lúdico e o educativo para que seu uso esteja corretamente empregado. Com isso, apresenta-se como uma metodologia que favorece de fato o processo de ensino aprendizagem e não apenas uma “atividade diferenciada” para ser levada a sala de aula.

Um dos elementos constituintes dos jogos é a capacidade de proporcionar autonomia aos alunos. Em relação à participação dos jogadores, é necessário que ela seja espontânea, voluntária e não interpretada como uma obrigação. Pode-se fazer esta afirmação com base no conceito do lúdico, citado por Felício e Soares:

[...] o lúdico seria todo processo divertido e prazeroso que pelas suas características de liberdade na e pela legalidade permitisse o desenvolvimento de qualidades e valores nos educandos, propiciando que estes assumam a autoria do seu processo de desenvolvimento, por encontrar no professor um estimulador e encorajador de suas potencialidades (FELÍCIO; SOARES, 2018, p. 02)

Os jogos pedagógicos por sua vez, se enquadram na categoria de jogos educativos formalizados, pois conforme Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018, p. 37) eles carregam “a intenção pedagógica de quem o propõe ou, melhor, promover aprendizagens de conceitos/conteúdos formais e materializados a alguém”. Ou seja, eles possuem em seu âmago a finalidade de contribuir com o processo de ensino aprendizagem, sendo utilizados como um instrumento de apoio à prática pedagógica.

Além disso, o jogo pedagógico não é constituído a partir da adaptação de um jogo preexistente, ele deve possuir aspectos inéditos em sua estruturação, propondo o desenvolvimento de habilidades quanto a temas e conteúdos específicos. Pode ser considerado flexível, já que há a possibilidade de ser utilizado para ensinar conceito sem a necessidade de uma discussão prévia, uma vez que, é por meio do jogo que o conteúdo será ensinado de fato. (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018)

A seguir abordaremos a utilização de jogos no ensino de química, a fim de compreender a importância dessa metodologia capaz de modificar o ambiente tradicionalista de aulas expositivas, que ocorrem de forma monótona sem participação ativa dos estudantes.

3.1.2 Jogos no ensino de química

Um dos problemas encontrados no ensino de química é o desinteresse por parte dos discentes. Esse fato se apoia na perspectiva tradicional de ensino, que pouco relaciona o ambiente escolar às vivências do estudante em sociedade. Ao enxergar essa realidade, o professor deve buscar introduzir em sua prática métodos que promovam um ensino mais atrativo, despertando no aluno o interesse para o aprendizado de ciências (GARCEZ, 2014).

Os autores Watanabe e Recena (2008) discutem o ensino por memorização, problema que está diretamente relacionado com a falta de motivação abordada acima. Essa desmotivação se dá pelo pensamento de que para aprender basta decorar, e para decorar não é necessário participar da aula, tão pouco manter-se atento. Atualmente, existem diversas propostas metodológicas que visam a fuga do ensino tradicional, a exemplo disso, temos o uso da interdisciplinaridade, da experimentação, de estudos de caso, de textos informativos (revistas, panfletos, rótulos), das redes sociais e em especial o uso de jogos.

Soares (2016) destaca que a utilização de jogos e atividades lúdicas vem crescendo nos últimos anos. Isso porque o número de trabalhos relacionados a jogos aumentou em diversos eventos educacionais, como Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), nos Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQ), bem como nos encontros regionais de ensino de química, como o Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química (ECODEQ), Encontro de Educação Química da Bahia (EDUQUI), entre outros. Tal demanda resultou em um evento específico na área do lúdico, o Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas (JALEQUIM), que vem sendo realizado com regularidade no Brasil desde 2014 (SOARES, 2016).

Nesse viés, por meio de observações nas publicações desses eventos é possível analisar alguns bons exemplos de jogos no ensino de química, como jogos de tabuleiro e cartas, jogos digitais, jogos imersivos como *Role Playing Game* (RPG) e o *Alternate Reality Game* (ARG), entre outros.

Para além de citar esses diferentes tipos de jogos, podemos abordar alguns exemplos já propostos e aplicados e que temos a disposição para possível reprodução. Como é o caso do artigo intitulado “Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de

Soluções”, de Oliveira, Soares e Vaz (2015). Neste artigo foi proposto o desenvolvimento e a aplicação de um jogo, usando materiais de fácil obtenção e que despertam a atenção dos jovens. Através da aplicação e da análise dos resultados, os autores relataram que a partir da aplicação do jogo os estudantes interagem mais com o professor e acabam por relacionar o conteúdo com o cotidiano. Além disso, os autores enfatizaram o bom funcionamento do jogo por retirar os estudantes da posição de um espectador passivo, e torná-los atuantes (OLIVEIRA; SOARES; VAZ, 2015).

Em relação aos jogos digitais, podemos citar o trabalho: “Q-LIBRAS: um jogo educacional para estimular alunos surdos à aprendizagem de Química”, de Rocha e colaboradores (2019). Esse trabalho possui um objetivo amplo e muito importante, que é proporcionar a aprendizagem de conteúdos químicos a alunos surdos, proporcionando a inclusão desses estudantes ao acesso à educação atrativa e interativa. Em suas considerações finais, os autores, argumentam que o uso do aplicativo Q-LIBRAS colabora com o processo de aprendizagem dos alunos surdos em relação à disciplina de Química, além de adquirirem características de autonomia em seu aprendizado (ROCHA *et al.* 2019).

Por fim, temos o trabalho intitulado “Jogo de Realidade Alternativa (ARG) como Estratégia Avaliativa no Ensino de Química”, de Cleophas e colaboradores (2020). Eles trazem uma proposta e aplicação de um ARG, intitulado “*Chemistry Today*”. Ele recebeu esta nomenclatura por se configurar como um jogo que contemplou, em seu enredo, conteúdos instrucionais da Química que estavam atrelados à química do cotidiano. Os autores concluíram através de um questionário que o ARG teve uma boa aceitação pelos discentes, como estratégia de avaliação da aprendizagem. Além disso, foi possível perceber que por meio dos *feedbacks* o professor consegue regular de perto as dificuldades dos alunos, tendo, assim, a oportunidade de intervir, redirecionando o aprendizado dos estudantes. (CLEOPHAS *et al.*, 2020).

A fim de trazer mais contribuições acerca do uso de jogos na educação, nos próximos tópicos serão abordadas de forma mais aprofundada as características do *Alternate Reality Game* (ARG) e suas possíveis contribuições para o ensino de química.

3.2 ALTERNATE REALITY GAME (ARG) UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

3.2.1 O que é um ARG?

O processo educativo vem sofrendo diversas modificações, surgindo a necessidade da utilização de diferentes metodologias e para o ensino de química não é diferente. Como bem argumentam Cleophas e Chechi (2020),

A prática pedagógica da disciplina de Química implica vários desafios. Entre eles, seguramente, há o de elaborar práticas pedagógicas que possam motivar os alunos a investir na sua própria aprendizagem de forma mais autônoma. Isso destaca a necessidade de uma diversificação metodológica capaz de promover competências em pleno século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, diferentes capacidades, criatividade, entre outros (CLEOPHAS; CHECHI 2020, p. 2, tradução nossa).

Segundo Deus e Soares (2020, p.1), “a utilização de jogos no ambiente escolar preconiza planejamento, rigor metodológico e compromisso com o que se deseja na busca de um amálgama entre o jogo e o processo educativo.” Como se pode perceber, os autores enfatizam a necessidade de que haja uma compreensão do que se deseja alcançar com a utilização dos jogos de forma que os professores não façam uso desta metodologia em sala de aula de maneira discriminada e sem fundamentação.

Diante disso, surge o *Alternate Reality Game* (ARG), em português traduzido como Jogo de Realidade Alternativa. Ele apresenta em seu escopo a abrangência de elementos digitais e do mundo real combinado a uma narrativa, resultando em uma atividade lúdica que proporciona aos jogadores uma experiência imersiva (CLEOPHAS, 2019).

Diferentemente do que ocorre no *Role Playing Game*, os participantes do ARG não precisam adquirir outra personalidade, tampouco adentrar em outra realidade, pois, como discorre Cleophas (2019, p. 336), “um ARG se apropria do mundo real dos jogadores com intuito de construir uma experiência alternativa ou paralela capaz de inserir o jogo no cotidiano dos participantes, criando, assim, um cenário propício para a resolução coletiva de problemas e situações reais”. Ou seja, o ARG acomoda-se no mundo real, tornando o jogo parte integrante do dia a dia dos participantes. Sendo assim, o que se espera é que os desafios sejam cumpridos naturalmente, como uma atividade comum do seu cotidiano.

Cleophas, Cavalcanti e Leão (2017, p. 3959) argumentam que “[...] o ARG favorece a alfabetização transmidiática, ou seja, utiliza diferentes estratégias didático-metodológicas e mídias para promover distintas aprendizagens [...]”. Acresça-se a isso, através da sua estrutura, ele favorece aspectos colaborativos, criativos e emocionais, podendo ser utilizado para desenvolver temas científicos, tecnológicos, ambientais etc., portanto, apresentam características significantes para sua utilização em ambientes educacionais (CLEOPHAS; CAVALCANTI; LEÃO, 2017).

Após a compreensão do que é um ARG, faz-se necessário o conhecimento dos aspectos estruturais que compõem o jogo, como também o caminho necessário para a criação e desenvolvimento dele. Dessa maneira, o próximo subtópico os aborda de forma sucinta.

3.2.2 Aspectos estruturais do ARG

O ARG não é um jogo de simples estruturação e quando direcionado para o âmbito educacional existem elementos indispensáveis em sua construção. Segundo Cleophas (2019, p. 2-3), a estrutura funcional de um ARG se dá da seguinte maneira:

Cada módulo pode ser composto por um desafio, enigma, problema ou pode ser composto por subtarefas, ou seja, um desafio de maior complexidade pode ser fracionado em pequenas atividades ou tarefas. Assim, durante o jogo, pistas secretas, códigos, coordenadas de GPS, bônus, entre tantas outras possibilidades, são, paulatinamente, distribuídas como forma de fomentar maneiras de criar uma narrativa envolvente que possa manter o engajamento dos participantes (CLEOPHAS, 2019, p. 2-3).

Nessa perspectiva, o ARG é um jogo que pode abranger inúmeras atividades, desafios, enigmas, aguçando a criatividade do mestre e afastando-se da monotonia que poderia haver em um jogo tradicional. No entanto, existem outros aspectos estruturais que compõem o ARG juntamente aos desafios.

Ainda segundo Cleophas (2019), a autora traz em seu trabalho elementos essenciais no desenvolvimento do ARG, são eles:

- a. **Narrativa:** O idealizador do jogo é responsável pela criação de uma narrativa, que pode ser fictícia ou baseada em fatos reais. A narrativa é revelada de forma gradual para os jogadores, e pode ser apresentada utilizando diversos meios de comunicação, como: sites, *WhatsApp*, *Facebook*, *Instagram*, *Twitter*, *Youtube*, *Pinterest*, entre outros. O idealizador, também, possui a

responsabilidade da entrega da narrativa, podendo escolher o meio mais adequado aos objetivos que ele espera alcançar.

- b. **Enredo:** O enredo é parte integrante da narrativa, e em uma narrativa podem estar presentes diversos enredos. No caso de ARGs de Química, podemos dizer que os enredos que irão compor a narrativa são os temas ou conteúdos relacionados a química.
- c. **Desafios/enigmas/quebra-cabeças/missões:** O ARG não apresenta um único tipo de desafio, eles podem ser diversos. Além disso, são desenvolvidos de forma fracionada em termos de complexidade.
- d. **Tecnologias:** As tecnologias possuem uma importância acentuada nos ARGs, visto que, há a necessidade da utilização de *smartphones* ou *tablets* para a comunicação entre os envolvidos no jogo. Pode ser necessário também o uso de aplicativos que poderão colaborar na resolução de um dado desafio, missão, enigma, a exemplo temos: *QR Code*, lanterna, calculadora, realidade aumentada, vídeos, aplicativos para mudar a voz, gravador de áudio, câmera fotográfica, jogos digitais móveis, entre outros.
- e. **Puppetmaster:** Trata-se do mestre do jogo, conhecido como “mestre de marionetes”, será responsável por ditar o ritmo da narrativa. Tem a função de lançar os desafios e as pistas, dar o *feedback* sobre o desempenho na resolução dos problemas propostos, como também deve escolher a forma como a comunicação será realizada, além de escolher quais tipos de informações serão utilizados durante o jogo.
- f. **Rabbit hole ou trailhead:** É uma tática para viabilizar a imersão do jogador no jogo. Deve ser algo que desperte o interesse para a entrada do jogador na experiência de aprendizados do ARG.
- g. **Artefatos:** São mecanismos que objetivam promover a imersão e fundir a realidade do jogador com a ficção do jogo.
- h. **Feedback:** O *feedback* consiste em regular a aprendizagem e o processo de ensino. O professor (*puppetmaster*), através do *feedback*, pode identificar e corrigir erros/equívocos dos jogadores, como também, potencializar seus acertos.

Conhecendo os aspectos estruturais que compõem o *Alternate Reality Game*, é possível realizar a estruturação de um ARG, e para isso Cleophas, Cavalcanti e

Leão (2018) desenvolveram um passo a passo para a sua elaboração, que pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas de elaboração de um ARG.



Fonte: Cleophas, Cavalcanti e Leão (2018, p. 3).

Em vista de tudo que foi discutido até aqui, percebe-se que o *Alternate Reality Game* possui uma ampla aplicabilidade em sala de aula, pois não se limita ao aprendizado do conteúdo específico, mas sim mobiliza diferentes capacidades e competências nos estudantes. Além de utilizar os *feedbacks* para favorecer a aprendizagem, não se restringe a um único tipo de desafio, retirando qualquer tipo de monotonia que pudesse haver no processo educativo.

E para o desenvolvimento do ARG nesta pesquisa, optou-se por trabalhar com uma temática muito importante, seja no aspecto social, ambiental ou químico: o Tratamento de Esgoto.

3.3 TRATAMENTO DE ESGOTO

3.3.1 Saneamento básico no Brasil

Desde os primórdios das civilizações, o esgoto sanitário já era motivo de preocupação. Em 3750 a.C. foram construídas galerias de esgoto em Nipur (Índia) e na Babilônia. Já no Brasil, somente a partir da década de 1970, com algumas exceções, foi possível enxergar maiores avanços na área do saneamento básico (NUVOLARI, 2011).

Sabendo disso, entre 1950 e 1970, acompanhou-se uma complicada realidade vivenciada na periferia das grandes cidades de São Paulo. Com a densidade

demográfica baixa, casas afastadas, falta de abastecimento de água potável e sem coleta de esgotos, a população passou a extrair água de poços rasos e depositar seus esgotos em fossas negras (escavação realizada sem revestimento, onde os despejos possuem contato direto com o solo). Após o crescimento demográfico, os terrenos pertencentes à população foram diminuindo e a distância entre os poços e as fossas também; em contrapartida, a probabilidade de contaminação das águas pelo contato com o esgoto depositado nas fossas aumentou (NUVOLARI, 2011).

Criado em 1967, o Banco Nacional da Habitação (BNH) instaurou em 1968 o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), o qual teve sua criação formalizada em 1971. O PLANASA foi o primeiro plano a estabelecer um objetivo de longo prazo para o setor de saneamento básico e seu propósito era a universalização do acesso à água potável e ao esgoto tratado (ROSITO, 2019). Apesar de alcançar bons resultados no que diz respeito ao acesso à água potável, a coleta e o tratamento de esgoto não obtiveram tanta atenção. Sendo assim, ao passo que a ampliação do número de ligações residenciais de água foi realizada, ela foi acompanhada pelo aumento na geração de esgotos não coletados e lançados em sua forma bruta nos corpos hídricos (REZENDE; HELLER, 2008 apud BRITTO *et al*, 2012).

Já o ano de 2007 foi marcado pela sanção de uma importante lei, a Lei 11.445/2007. O Art. 1º da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro, descreve que: “Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.” (BRASIL, 2007). Ou seja, essa é uma lei direcionada ao conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, direitos essenciais para a manutenção da saúde e higiene da população.

Em 20 de novembro de 2013, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) foi aprovado pelo decreto nº 8.141 e em 05 de dezembro de 2013 pela Portaria Interministerial. Sua elaboração iniciou-se em 2008 com o desenvolvimento do: “Pacto pelo saneamento básico: Mais Saúde, Qualidade de Vida e Cidadania”. No Plansab, buscou-se um aprofundamento no processo de caracterização do déficit em saneamento básico no Brasil. Era necessário ir além do “existe infraestrutura para o saneamento básico” e “não existe infraestrutura para o saneamento básico”, dessa forma, foi preciso aprofundar-se em aspectos socioeconômicos e culturais da sociedade, bem como na qualidade do serviço que estava sendo prestado. O Plansab

tornou-se fundamental, pois a partir dos seus avanços começou-se a examinar situações que indicavam o atendimento precário. Paralelo a isso, o saneamento básico é saúde, sendo assim, um mau serviço pode acarretar problemas para a saúde humana e para o meio ambiente (BRITTO *et al*, 2012).

Recentemente, a Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020 atualizou, dentre outras leis, o marco legal do saneamento básico. O Art. 11-B desta mesma lei, relata que:

Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento (BRASIL, 2020).

Percebe-se então uma preocupação do Governo Federal na busca pela universalização dos serviços de saneamento básico, traçando metas que buscam garantir que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% tenha acesso à coleta e tratamento de esgoto. No entanto, Buczenko (2019) afirma que “no século 21, o saneamento básico brasileiro ainda inspira cuidados. É um tema pouco discutido no cotidiano e que conta com um investimento praticamente invisível.” Percebe-se, então, que o processo de tratamento de esgoto ainda é um tema desconhecido por grande parte da população e pouco discutido na sociedade, escolas e universidades.

Atualmente, muitas cidades brasileiras possuem Estações de Tratamento de Esgoto, porém, outra grande parcela não possui coleta, tampouco tratamento. É notório que mesmo depois de tantos avanços existentes no Brasil, os serviços de saneamento básico possuem, ainda, diversas limitações, com destaque para a coleta e tratamento de esgotos sanitários e a disposição de resíduos sólidos. Em áreas periurbanas e rurais, locais onde residem as populações mais carentes, os índices de atendimento são insatisfatórios e precários. Essa defasagem acarreta inúmeras consequências, a fim de exemplificar pode-se citar a poluição hídrica, causando impactos no abastecimento de água e na saúde humana (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

No que tange a área de saneamento básico, o campo de atuação predominante é o da engenharia. Porém, o nível de complexidade existente nessa temática é muito alto, e para resultados eficazes e um real aprofundamento desse campo, identifica-se

um agregado de diversas outras áreas do conhecimento que se fazem necessárias, como as ciências básicas (biologia, química, física e matemática), as ciências humanas e por fim as ciências da vida (BRITTO *et al*, 2012).

A partir daí, ao conhecer mais a fundo a temática do saneamento básico, nota-se a sua importância ambiental, complexidade contextual e carência de sua discussão em campos diferentes da engenharia. Dessa forma, são abordados no próximo subtópico os aspectos químicos no tratamento de esgoto, visando conhecer mais a fundo a atuação das ciências básicas no âmbito do saneamento básico, especificamente no tratamento de esgoto.

3.3.2 Aspectos físicos, químicos e biológicos no tratamento de esgoto

Os resíduos provenientes do corpo humano (fezes e urina), a água utilizada para a descarga de vasos sanitários, banho, lavanderia, preparação de alimentos, limpeza e manutenção da cozinha e utensílios, além dos processos produtivos, compõem o que denominamos esgoto (MARA, 2004).

Como mencionado anteriormente, no esgoto estarão presentes diversas substâncias provenientes do nosso dia a dia, além de diversos materiais, como: fezes, trapos, recipientes de plástico, espigas de milho, papel, cascas de vegetais, além de poluentes que danificam cada vez mais o meio ambiente (MARA, 2004).

Esses tipos de resíduos comentados acima podem ser separados em fontes de esgoto. As mais comuns são: esgoto doméstico, esgoto industrial, infiltração/vazão externa e águas pluviais. O esgoto doméstico, como o próprio nome já diz, advém das residências e de instalações institucionais, públicas e comerciais. O esgoto industrial é oriundo de indústrias. Enquanto a infiltração/vazão de esgoto corresponde à água que entra na rede de coleta através de meios diretos ou indiretos. Por fim, as águas pluviais referem-se ao escoamento de chuvas ou neve derretida (METCALF; EDDY, 2016).

O esgoto bruto (que não passou pelo tratamento), quando acumulado, torna-se séptico. Essa característica concede ao efluente a produção de gases com maus odores, isso ocorre pela decomposição do material orgânico que está presente no esgoto. Também estão presentes nos efluentes os organismos patogênicos que se desenvolvem no intestino humano, nutrientes que estimulam o crescimento de plantas aquáticas, além de impedir o desenvolvimento de compostos tóxicos ou compostos

potencialmente mutagênicos, ou carcinogênicos. Por esses motivos é necessária a remoção imediata e segura de esgotos das fontes de geração (residências, indústrias, entre outras) para ser realizado o tratamento adequado, contribuindo para o despejo correto, protegendo a saúde da população e do meio ambiente (METCALF; EDDY, 2016).

Segundo Von Sperling (2005, p. 20), o tratamento de esgoto é empregado “visando a remoção dos principais poluentes, os despejos sofrem um tratamento antes de serem lançados ao corpo receptor. O tratamento dos esgotos é responsável por uma nova alteração na qualidade do líquido.” Esse processo é de suma importância em três diferentes aspectos: sanitário, social e econômico. A manutenção dos corpos d’água, por exemplo, engloba esses aspectos citados anteriormente. Ao passar pelo tratamento, o efluente deve atender a diversos parâmetros de qualidade, garantindo que a água, antes contaminada, seja destinada de forma adequada e a poluição dos rios, seja minimizada.

E para isso, o processo de tratamento de esgoto é realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) que, segundo Araújo,

É o conjunto de técnicas associadas a unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares (canais, caixas, vertedores, tubulações) e sistemas de utilidades (água potável, combate a incêndio, distribuição de energia, drenagem pluvial), cuja finalidade é reduzir cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento (ARAÚJO, 2011, p. 62)

Mas, para que seja possível a chegada do esgoto nas ETEs é necessária a existência de uma rede coletora, os órgãos auxiliares, que nada mais são que “o conjunto de tubulações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, coletores-tronco e seus órgãos acessórios” (ARAÚJO, 2011, p. 65).

De acordo com Metcalf e Eddy (2016, p. 10), “os constituintes encontrados no esgoto são removidos por meios físicos, químicos e biológicos”, além de definirem também como ocorrem esses processos. Os tratamentos que envolvem meios físicos são denominados como processos unitários físicos, dentre eles, temos: peneiramento, mistura, floculação, sedimentação, flotação, filtração e adsorção. Os tratamentos que envolvem meios químicos são chamados processos unitários químicos, são eles: precipitação, transferência de gases, adsorção e desinfecção. Já os tratamentos que envolvem meios biológicos são conhecidos como processos unitários biológicos, que

atuam na remoção de substâncias orgânicas biodegradáveis, coloidais ou dissolvidas, como também, nitrogênio e fósforo presentes no esgoto.

Além disso, o tratamento dos esgotos é separado em níveis de eficiência: preliminar, primário, secundário e terciário. Von Sperling (2005, p. 261), define que:

O **tratamento preliminar** objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o **tratamento primário** visa a remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os *mecanismos físicos* de remoção de poluentes. Já no **tratamento secundário**, no qual predominam *mecanismos biológicos*, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O **tratamento terciário** objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. (VON SPERLING, 2005, p. 261, grifo do autor).

No quadro abaixo é possível relacionar os meios (físicos, químicos e biológicos) e os níveis de tratamento (preliminar, primário, secundário e terciário) aos principais mecanismos de remoção dos poluentes (Quadro 1).

Quadro 1 – Principais mecanismos de remoção de poluentes no tratamento de esgotos.

Poluente	Subdivisão	Principais mecanismos de remoção	
Sólidos	Sólidos grosseiros (> ~ 1 cm)	<i>Gradeamento</i>	Retenção de sólidos com dimensões superiores ao espaçamento entre barras
	Sólidos em suspensão (> ~ 1 µm)	<i>Sedimentação</i>	Separação de partículas com densidade superior à do esgoto
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de microfiltração e ultrafiltração
	Sólidos dissolvidos (< ~ 1 µm)	<i>Adsorção</i>	Retenção na superfície de aglomerados de bactérias ou biomassa
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de ultrafiltração, nanofiltração, osmose inversa
Matéria Orgânica	DBO em suspensão (> ~ 1 µm)	<i>Sedimentação</i>	Separação de partículas com densidade superior à do esgoto
		<i>Adsorção</i>	Retenção na superfície de aglomerados de bactérias ou biomassa
		<i>Hidrólise</i>	Conversão da DBO suspensa em DBO solúvel, por meio de enzimas, possibilitando a sua estabilização
		<i>Estabilização</i>	Utilização pelas bactérias como alimento, com conversão a gases, água e outros compostos inertes

	DBO solúvel (< ~ 1 µm)	<i>Adsorção</i>	Retenção na superfície de aglomerados de bactérias ou biomassa
		Estabilização	Utilização pelas bactérias como alimento, com conversão a gases, água e outros compostos inertes
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de ultrafiltração, nanofiltração, osmose inversa
<i>Patógenos</i>	Maiores dimensões (cistos de protozoários e ovos de helmintos)	<i>Sedimentação</i>	Separação de patógenos de maiores dimensões e com densidade superior à do esgoto
		Filtração	Retenção dos patógenos em um meio filtrante de granulometria adequada
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de microfiltração
	Menores dimensões (bactérias e vírus)	<i>Condições ambientais adversas</i>	Temperatura, pH, falta alimento, competição com outras espécies
		Radiação ultravioleta	Radiação do sol ou artificial
		Desinfecção	Adição de algum agente desinfetante, como o cloro
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de ultrafiltração, nanofiltração, osmose inversa
<i>Nitrogênio</i>	Nitrogênio orgânico	<i>Amonificação</i>	Conversão do nitrogênio orgânico a amônia
	Amônia	Nitrificação	Conversão da amônia a nitrito, e deste a nitrato, por meio de bactérias nitrificantes
		Assimilação bacteriana	Incorporação da amônia na composição das células bacterianas
		Dessorção	Escape da amônia livre (NH ₃) para a atmosfera, em condições de elevado pH
		<i>Cloração ao break-point</i>	Conversão da amônia a cloramina, através da presença de cloro
	Nitrato	<i>Desnitrificação</i>	Conversão do nitrato a nitrogênio gasoso, o qual escapa para a atmosfera, em condições anóxicas
		Filtração em membranas	Retenção física em processos de nanofiltração, osmose inversa
<i>Fósforo</i>	Fosfato	<i>Desfosfatação</i>	Assimilação em excesso do fósforo do meio líquido por organismos acumuladores de fosfato, que ocorre ao se alternar condições aeróbias e anaeróbias

		Precipitação	Precipitação do fósforo em condições de pH elevado, ou através da adição de sais metálicos
		Filtração	Retenção de biomassa rica em fósforo, após etapa de desfosfatação biológica

Fonte: VON SPERLING (2005, p. 265-266).

Cada mecanismo de remoção refere-se a determinada operação, processo ou sistema de tratamento, que também está especificado no Quadro 2 a seguir. Além disso, a escolha dos tipos de sistema de tratamento varia, sendo realizada após análises e estudos de alguns aspectos, como: região, clima, tipo de esgoto, consumo de energia, entre outros.

Quadro 2 – Operações, processos e sistemas de tratamento frequentemente utilizados para a remoção de poluentes dos esgotos domésticos.

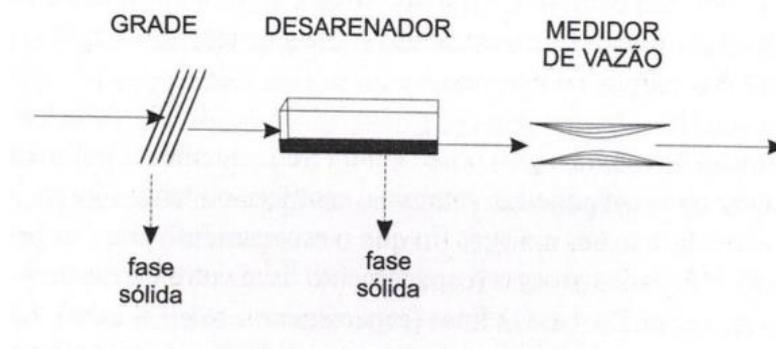
Poluente	Operação, processo ou sistema de tratamento
<i>Sólidos em suspensão</i>	Gradeamento
	Remoção da areia
	Sedimentação
	Disposição no solo
<i>Matéria orgânica biodegradável</i>	Lagoas de estabilização e variações
	Lodos ativados e variações
	Reatores aeróbicos com biofilmes
	Tratamento anaeróbico
	Disposição do solo
<i>Organismos patogênicos</i>	Lagoas de maturação
	Disposição no solo
	Desinfecção com produtos químicos
	Desinfecção com radiação ultravioleta
	Membranas
<i>Nitrogênio</i>	Nitrificação e desnitrificação biológica
	Lagoas de maturação e de alta taxa

	Disposição no solo
	Processos físico-químicos
Fósforo	Remoção biológica
	Lagoas de maturação e de alta taxa
	Processos físico-químicos

Fonte: VON SPERLING (2005, p. 267).

No tratamento preliminar, já comentado anteriormente, estão presentes as grades, a caixa de areia e o medidor de vazão que estão esquematizados na Figura 2. Esse tratamento visa a remoção dos sólidos grosseiros, feitos pelas grades, e da areia, feitos pela caixa de areia. No gradeamento, os sólidos ficam retidos devido ao espaço entre as barras possuírem uma dimensão menor que os possíveis sólidos. Já na remoção da areia ocorre o processo de sedimentação, onde os grãos de areia, por apresentarem maior densidade e dimensão, vão para o fundo do tanque, já a matéria orgânica dissolvida e na forma coloidal segue para as próximas etapas de tratamento. O medidor de vazão, por sua vez, atua na relação entre o tempo de passagem do efluente de uma área para outra, além da pressão exercida durante o processo (VON SPERLING, 2005).

Figura 2 - Tratamento preliminar.



Fonte: VON SPERLING (2005, p. 277)

Para que o tratamento prossiga, o efluente é direcionado para o tratamento primário, tratamento esse que visa a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes. Nesse processo, pode-se fazer uso de decantadores primários, que podem ser circulares ou retangulares, *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (Reator anaeróbio de fluxo ascendente) ou tanques sépticos. Nos

decantadores o esgoto flui de forma vagarosa fazendo com que os sólidos em suspensão sedimentem gradualmente ao fundo. Esse material sedimentado recebe o nome de lodo primário bruto, podendo ser retirado dos decantadores através de raspadores ou tubulações. Já os materiais flutuantes, como óleos e graxas, que apresentam uma maior densidade que o líquido, são retirados dos decantadores para serem tratados posteriormente (VON SPERLING, 2005).

Após a saída do efluente do tratamento primário, ele segue para o tratamento secundário, cujo objetivo é a remoção da matéria orgânica. Von Sperling apresenta as formas nas quais a matéria orgânica pode estar presente no efluente:

- *matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel ou filtrada)*, a qual não é removida por processos meramente físicos, como o de sedimentação, que ocorre no tratamento primário;
- *matéria orgânica em suspensão (DBO suspensa ou particulada)*, a qual é em grande parte removida no eventual tratamento primário, mas cujos sólidos de sedimentabilidade mais lenta persistem na massa líquida (VON SPERLING, 2005, p.286, grifo do autor).

É possível perceber a inclusão da bioquímica nesse tratamento, visto que a remoção da matéria orgânica será realizada a partir de reações bioquímicas realizadas por microrganismos, são eles: bactérias, protozoários, fungos e outros. São diversos os métodos de tratamento secundário, mas se pode citar os mais comuns, são eles: lagoas de estabilização e variantes; processos de disposição sobre o solo; sistemas alagados construídos (*wetlands*); reatores anaeróbios; lodos ativados e variantes; reatores aeróbios com biofilmes (VON SPERLING, 2005).

No tratamento terciário está incluso o processo de desinfecção, ou seja, a remoção de organismos patogênicos. Existem os processos naturais e os artificiais de desinfecção. Os processos naturais são: lagoas de estabilização e disposição controlada no solo. Enquanto os processos artificiais são: cloração, cloração/descloração, ozonização, ultravioleta, entre outros (VON SPERLING, 2005). No quadro abaixo (Quadro 3) é possível observar as vantagens e desvantagens dos processos utilizados na desinfecção de esgotos.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens dos processos de desinfecção de esgotos mais utilizados.

	Agentes	Processos	Vantagens	Desvantagens
Processos naturais	Químicos, Físicos e Biológicos	Lagos de estabilização	<ul style="list-style-type: none"> • Processo natural, sem mecanização • Não gera efeitos residuais prejudiciais • Operação simples • Pode ser realizado de forma concomitante à estabilização da matéria orgânica 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de grandes áreas • Tempo de detenção muito longo (vários dias) • Desempenho depende das condições climáticas • Produz algas em grande quantidade.
		Disposição no solo	<ul style="list-style-type: none"> • Processo natural, sem mecanização • Não gera efeitos residuais prejudiciais • Operação simples • Pode ser realizado de forma concomitante à estabilização da matéria orgânica 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de grandes áreas • Desempenho depende das condições climáticas • Sensível à quantidade de sólidos suspensos no afluente.
Processos artificiais	Químicos	Cloração	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia amplamente conhecida • Menor custo • Cloro residual prolonga a desinfecção e indica a eficiência do processo • Efetiva e confiável para uma grande variedade de patógenos • Oxida certos compostos orgânicos e inorgânicos • Flexibilidade de dosagens 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloro residual é tóxico; requer descloração • Todas as formas de cloro são altamente corrosivas e tóxicas • As reações com cloro geram compostos potencialmente perigosos (trihalometanos - THM) • Aumenta os sólidos totais dissolvidos • Cloros residual é instável na presença de materiais que demandam cloro • Alguns patógenos são resistentes
		Cloração / descloração	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia bem desenvolvida • Efetiva e confiável para uma grande variedade de patógenos • Oxidação de certos compostos orgânicos e inorgânicos • Flexibilidade de dosagens 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer adição de produtos químicos para eliminar cloro residual • Elimina o efeito residual da desinfecção com cloro • Gera subprodutos potencialmente perigosos • Aumenta os sólidos totais dissolvidos • Alguns patógenos são resistentes
		Ozonização	<ul style="list-style-type: none"> • Mais efetivo na destruição de vírus e bactérias que o cloro 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixas doses podem não inativar alguns vírus, esporos e cistos

			<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza curto tempo de contato • Não gera residuais perigosos • Não resulta em recrescimento de bactérias, exceto as protegidas pelo material particulado • É gerado "in situ", com fácil armazenamento e manuseio • Eleva o oxigênio dissolvido no efluente tratado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia mais complexa que a desinfecção com cloro ou UV • O₃ é muito reativo e corrosivo • Não é econômico para esgotos com elevados teores de SS, DBO ou DQO • O₃ é extremamente irritante e possivelmente tóxico • O custo do tratamento pode ser relativamente alto.
Físicos	Físicos	Ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> • Efetivo na inativação de vírus e esporos • Não necessita de geração, manuseio, transporte ou estocagem de produtos químicos • Não gera efeitos residuais prejudiciais • Operação simples • Tempo de contato muito curto (da ordem dezenas de segundos) • Menor demanda de espaço que outros processos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixas dosagens não inativam alguns vírus, esporos e cistos • Os microrganismos podem se multiplicar através de fotorreativação ou recuperação no escuro • Necessita de controle da formação de biofilmes nos reatores de contato • É sensível à turbidez e sólidos suspensos totais no esgoto • É mais caro do que a cloração, e mais barato que a cloração-descloração.
		Filtração terciária	<ul style="list-style-type: none"> • Melhora significativamente a qualidade físico-química do efluente • Realiza a remoção complementar de fósforo do esgoto • Eficiente na remoção de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência variável e inespecífica com relação aos patógenos • Requer produtos químicos de coagulação - floculação • Funcionamento intermitente, devido à necessidade de lavagem dos filtros • Demanda operacional com nível intermediário.

Fonte: GONÇALVES (2003, *apud* VON SPERLING, 2005, p. 350)

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa, de natureza básica, possui uma abordagem qualitativa, pois como abordado por Neves (1996), o pesquisador não irá enumerar e quantificar eventos, mas sim descrever e interpretar fenômenos a partir do referencial teórico estudado.

Quanto aos objetivos, ela se apresenta como uma pesquisa exploratória, já que tem em vista verificar a influência de uma abordagem lúdica sobre o processo de tratamento de efluentes. De acordo com Gil (2008, p. 27) “pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.”

Por fim, em relação aos procedimentos técnicos, essa pesquisa se classifica como pesquisa participante, visto que ocorre pela observação onde haverá interação entre a pesquisadora e os membros envolvidos, como bem definido por Gil (2008) a pesquisa participante irá se caracterizar pelo envolvimento pesquisador-pesquisados.

4.2 SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA

A pesquisa envolveu os discentes matriculados a partir do 7º período do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Pernambuco, Campus do Agreste, na cidade de Caruaru. Essa seleção de sujeitos se deu em decorrência da matriz curricular do curso, em que os discentes do 7º período já possuem conhecimentos prévios em relação ao conteúdo abordado no jogo, por já terem cursado disciplinas como: química geral, físico-química, química orgânica e química analítica.

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu através da observação sistemática do comportamento e produção dos participantes no decorrer dos desafios aplicados durante o *Alternate Reality Game* (ARG), observando o desenvolvimento dos estudantes nos desafios, bem como em suas produções. Arelado a isso, foi aplicado um questionário ao final

do ARG. Este questionário possuiu em sua estrutura a Escala Likert, que observa os graus de concordância em relação a uma afirmação específica, baseado no modelo proposto por Savi e colaboradores (2010), e foi acrescido de questões abertas com o intuito de compreender a análise dos discentes acerca da funcionalidade do jogo, dessa forma foi possível entender a aceitação dessa metodologia, como também possíveis ajustes a serem realizados.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados ocorreu através do modelo proposto por Savi et al. (2010, p. 11), o qual “busca obter a percepção dos alunos sobre o nível de motivação proporcionado pelo jogo, a experiência de interação e impacto na aprendizagem”.

Savi et al. (2010) discorre sobre as âncoras teóricas que embasam o modelo de avaliação proposto, na qual temos **a motivação**, baseada no modelo ARCS de Keller, o ARCS, acrônimo que relaciona as seguintes características: atenção, relevância, confiança e satisfação. A **experiência do usuário** que aborda os seguintes critérios: imersão, desafio, competência, diversão e interação social. Por último, **a aprendizagem**, que possui como teoria norteadora a Taxonomia de Bloom e analisa as questões relacionadas ao conhecimento, compreensão e aplicação. Em relação ao questionário aberto, ele tem como objetivo trazer à tona opiniões mais descritivas acerca do jogo, como também sugestões para que possíveis ajustes sejam feitos para aplicações posteriores.

4.5 CONSTRUÇÃO DO JOGO E SUA HISTÓRIA: ARG – LUTE

Essa seção do trabalho visa apresentar os detalhes do desenvolvimento de um ARG intitulado “ARG – Liga Universal de Tratamento de Esgoto (ARG-LUTE)”, que perpassa desde a motivação para escolha desse tipo de jogo até o desenvolvimento do produto final. Como já mencionado anteriormente, optou-se por trabalhar com o ARG em virtude da sua ampla aplicabilidade e abordagem diversificada, que proporciona ao jogador diferentes tipos de interação, como também necessita do desenvolvimento de diferentes habilidades.

Outro fator de grande importância para a escolha de trabalhar com esse tipo de jogo, foi a existência de poucas propostas direcionadas ao ensino de química,

trazendo a esse trabalho um caráter inovador, atrelado ao tipo de jogo e a temática abordada. No quadro abaixo (Quadro 4) tem-se a estrutura do ARG

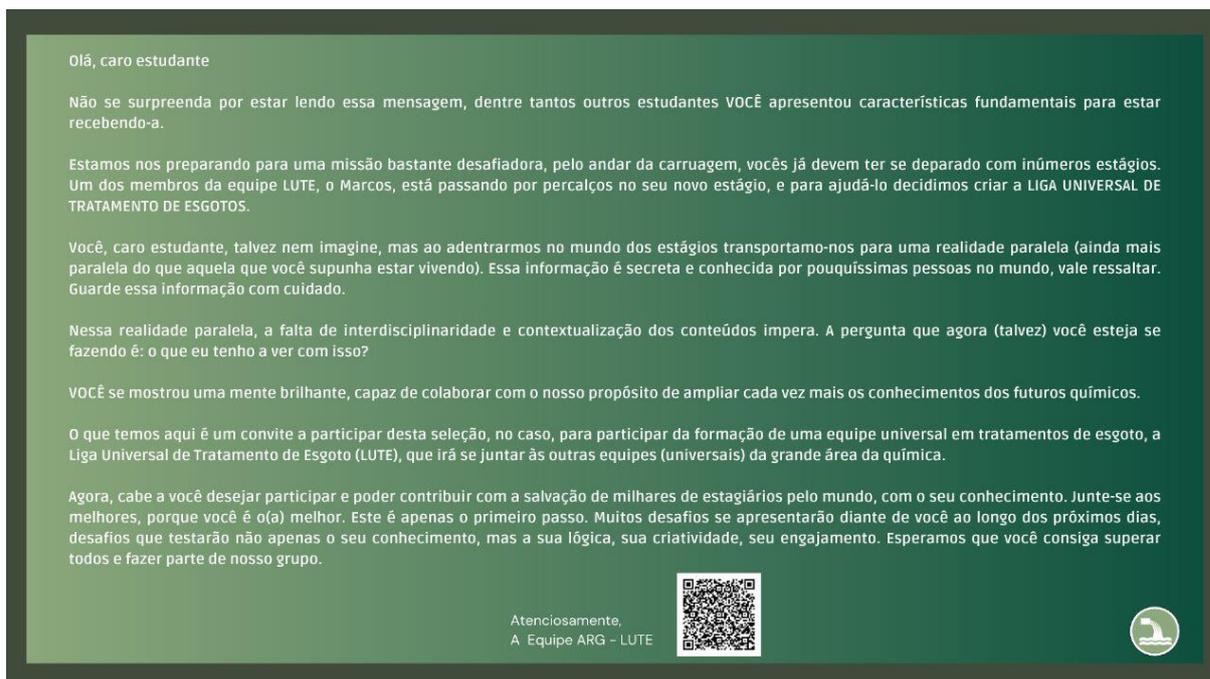
Quadro 4 – Estrutura do ARG - LUTE. Adaptado de Piñeiro-Otero (2015, p. 6 apud CHECHI; SANTOS; CLEOPHAS, 2018, p. 4-5).

Elementos essenciais em uma construção de um ARG	ARG – Liga Universal de Tratamento de Esgoto
Narrativa	Busca contar a história do estagiário Marcos que ao ingressar em um estágio na área de tratamento de esgoto se depara com inúmeros conceitos jamais vistos na universidade, mas que se relacionam diretamente com sua formação. E o que Marcos precisa? De ajuda para desvendar e relacionar os processos de tratamento com o que vê em sala de aula e poder se sair bem no estágio.
Enredo	Estação de Tratamento de Esgoto.
Duração do jogo	Teve duração de 5 (cinco) dias.
Desafios/enigmas/quebra-cabeças/missões	O ARG foi composto de: Dia 1. Chamada de ação e Desafio inicial Dia 2. Desafio 2, Desafio Flash e Desafio 3 Dia 3. Desafio 4 e Desafio 5 Dia 4. Desafio Flash e Desafio 6 Dia 5. Desafio 7 e Desafio final.
<i>Puppetmaster</i>	A autora deste trabalho.
<i>Rabbit Hole</i>	Chamada de ação.
<i>Feedback</i>	Os <i>feedbacks</i> foram realizados ao fim do prazo de entrega dos desafios.
Público-alvo	Alunos em fase de graduação em Química Licenciatura.
Espaço em que vai se desenvolver (espaço físico, plataformas utilizadas)	Não formais: <i>Facebook, Instagram, WhatsApp, YouTube, Google Sala de Aula</i> , entre outros.

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A chamada de ação do ARG é a porta de entrada para uma semana de desafios e aprendizados, na qual os estudantes podem desenvolver diferentes habilidades e aprenderam mais sobre saneamento básico e tratamento de esgoto, relacionando-os com os conceitos vistos durante a graduação. Ela foi divulgada em forma de uma carta – convite, conforme visto na figura 3, pelo *WhatsApp* dos alunos que se interessaram em jogar.

Figura 3 – Carta convite do ARG – LUTE.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Após o ingresso no jogo, as tarefas/desafios foram postadas em uma sala no Google Classroom, intitulada “ARG - Liga Universal de Tratamento de Esgoto”. Nessa sala a postagem inicial foi a mensagem de boas-vindas, descrita no Quadro 5.

Quadro 5 – Mensagem de Boas-vindas aos jogadores do ARG.

Mensagem de Boas-vindas:

“Olá jogadores e jogadoras, sejam bem-vindos!

Agradeço a todos que aceitaram fazer parte deste desafio. Mas não pense que será uma tarefa fácil. Ao longo dos próximos dias, vocês irão se deparar com diversos desafios, alguns muito simples, mas não subestime o processo, você se surpreenderá.

É preciso destacar algumas informações importantes, são elas:

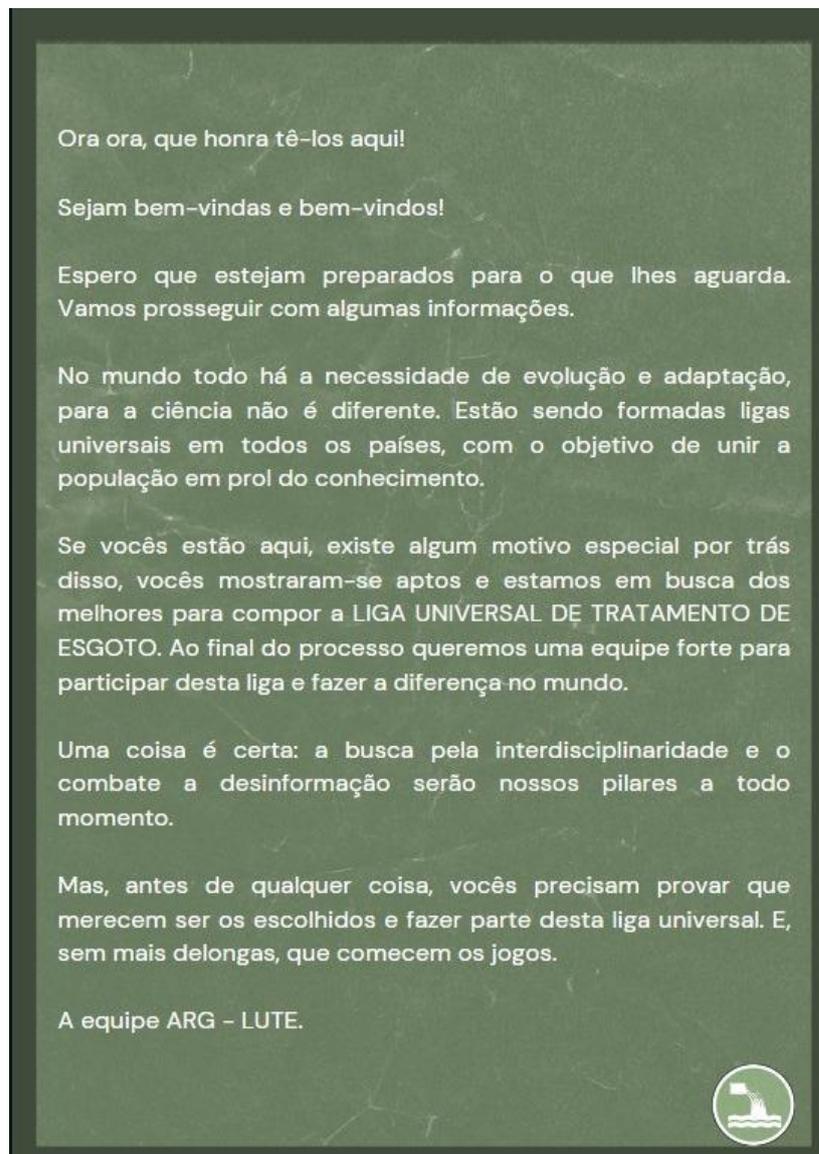
- As tarefas/desafios serão lançadas aqui na plataforma (Google Classroom) e as comprovações também serão colocadas aqui.
- As comprovações podem ser de naturezas variadas e irão depender do tipo de desafio proposto, podendo ser um documento em PDF, foto, vídeo, *print* de tela, o que for necessário.
- Cada tarefa/desafio corresponderá a uma pontuação, e o ranking geral será atualizado diariamente.
- As tarefas/desafios serão feitas, em sua grande maioria, de forma individual.
- Possíveis dicas serão apresentadas no grupo específico do Whatsapp.

Não se esqueçam: O ato de persistir é uma das condições da vitória. Fiquem atentos aos próximos passos.”

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

A próxima postagem foi a mensagem inicial, Figura 4. Ela deu início a jornada de aprendizagem e desenvolvimento do ARG. Após a postagem da mensagem inicial foi dada a largada para o início dos desafios, que seguiu a ordem descrita no Quadro 4. Os desafios foram estruturados em diferentes formatos e realizados em diferentes espaços. Entre as postagens dos desafios, foi feita uma postagem do ranking diário, que norteou os jogadores quanto seu progresso no ARG.

Figura 4 - Mensagem inicial para o desenvolvimento do ARG.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

E ao fim da jornada de 5 (cinco) dias, foi postada a mensagem final juntamente ao desafio final que será a avaliação da metodologia (Quadro 6).

Quadro 6 – Mensagem final para o encerramento do ARG.

Olá jogador(a),

Chegamos à reta final de nosso jogo, o querido ARG. Espero que a experiência tenha sido próspera. Não tenham dúvidas que ele foi feito com a maior dedicação, empenho e a melhor das intenções.

Gostaria de dizer que sim, você foi selecionado (a) para fazer parte da Liga Universal de Tratamento de Esgotos (ARG-LUTE), afinal passou-se 1 (uma) semana de atividades das mais variadas e não ser selecionado para essa liga de notáveis seria muito injusto, além de que você se mostrou capaz e merece seu lugar na liga.

Claro que, antes do encerramento, como uma última missão a cumprir, queremos saber a sua opinião em relação a toda essa aventura. Almejamos saber sua opinião/sugestões.

A equipe ARG – LUTE.

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 OS DESAFIOS DO ARG

Os desafios do ARG foram elaborados com o intuito de abranger todas as etapas do tratamento de esgoto, para que os estudantes tenham acesso a um apanhado geral do que é desenvolvido em grande parte das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). E a partir daí consigam observar o emprego dos processos físicos, químicos e biológicos para além da teoria vista em sala de aula. A seguir tem-se a descrição dos desafios realizados.

5.1.1 Dia 1

No quadro 7 está presente o desafio 1, intitulado “O que é esgoto e por que seu tratamento é importante?”. A relevância desse desafio se dá na forma como a temática foi apresentada aos estudantes, visto que, alguns alunos poderiam não possuir conhecimentos acerca desse tipo de tratamento.

Quadro 7 – Desafio 1.

DESAFIO 1: O que é esgoto e por que seu tratamento é importante?

Olá jogador(a),

Este é um desafio para mostrar seus conhecimentos básicos acerca da temática de tratamento de esgotos. Assista o vídeo abaixo e responda de forma sucinta (porém não resumida demais) o seguinte questionamento: O que é esgoto e por que seu tratamento é importante?

Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=NUB2aHtzVxY>

ARG - LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 27/03/2023 – 12h

Entrega: 28/03/2023 – 12h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Dessa forma, à medida que o vídeo fosse reproduzido as respostas para o questionamento seriam percebidas, com isso, os jogadores iriam construir seus próprios conceitos e argumentos sem necessariamente conhecer a temática, pois o ARG, como jogo pedagógico, possibilita o ensino de fato (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018). Foram selecionadas duas respostas obtidas no desafio, em que é possível enxergar essa viabilidade:

Estudante 7. *O esgoto é a rede onde são despejados os dejetos domésticos, o seu tratamento é muito importante, pois esses dejetos contêm excrementos que podem transmitir doenças para os seres humanos e afetar o meio ambiente em sua fauna e flora assim como é recorrente no ecossistema dos rios e mares, através do tratamento é possível preservar o meio ambiente e garantir condições de higiene básica para a saúde da população.*

Estudante 9. *O esgoto consiste em uma água advinda de residências e indústrias, nas quais foram contaminadas por dejetos e matéria orgânica, por esse motivo é necessário que ocorra o processo de tratamento da água. Pôr a água do esgoto conter matéria orgânica ela torna-se imprópria para o consumo, além de que também quando descartada de forma inadequada pode poluir rios e lagos, assim prejudicando a vida marinha do local.*

O tratamento do esgoto torna-se necessário, pois dessa forma a água pode ser reaproveitada, evita-se propagação e disseminação de doenças, garantindo o saneamento básico para a população. Além de que, evita-se a poluição e contaminação de rios e lagos e dessa forma não afeta a vida marinha.

5.1.2 Dia 2

No quadro 8 está presente o desafio 2, intitulado “Lixo não é esgoto!”. Esse desafio buscou introduzir a primeira etapa do tratamento de esgoto, o tratamento preliminar. Conforme explicitado por Von Sperling (2005) o tratamento preliminar visa a remoção de sólidos grosseiros, sendo assim, foi solicitado que os estudantes elaborassem uma postagem explicando esse processo, sua importância e sua relação com as ações da população perante o esgoto.

Quadro 8 – Desafio 2.

DESAFIO 2: Lixo não é esgoto!

Olá jogador(a),

Este é um desafio para mostrar seu engajamento e sua capacidade de divulgação de informações relevantes que podem impactar o mundo.

Pesquise as etapas e a importância do tratamento preliminar, associe-as as ações da população perante o esgoto, organize o material e faça uma postagem em alguma rede social com o intuito de conscientização. Você pode usar imagens da internet. Faça o upload do *print* para comprovar.

ARG - LUTE, Boa sorte!



Disponibilizado: 28/03/2023 – 08h

Entrega: 30/03/2023 – 08h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A partir da busca pelas informações, eles conseguiram perceber o porquê da necessidade dessa etapa, já que o descarte inadequado de lixo ocasiona a demanda por esse processo. Em relação ao desenvolvimento do *post*, seu objetivo está atrelado aos escritos de Cleophas, Cavalcanti e Leão (2017), visto que, através do ARG, os jogadores têm a possibilidade de desenvolver distintas aprendizagens, neste desafio, por exemplo, os estudantes conseguiriam desenvolver habilidades com edição e criação de imagens. Além disso foi possível realizar a disseminação do conhecimento e a conscientização da população.

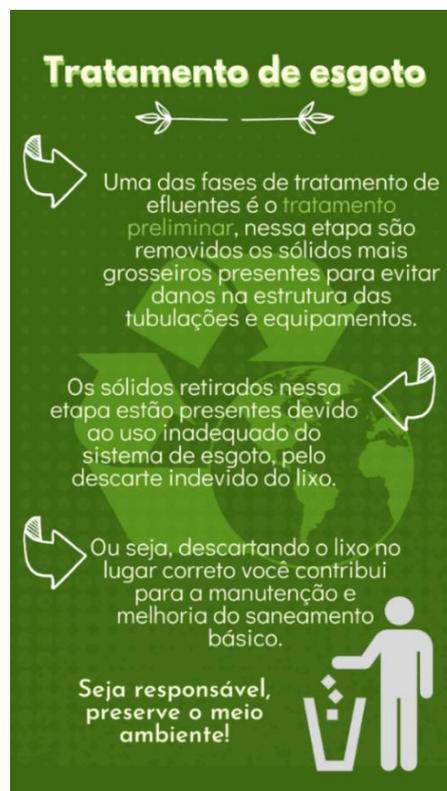
Pode-se perceber que o objetivo do desafio foi alcançado em virtude das produções dos jogadores abaixo (vide imagens nas Figuras 5-7):

Figura 5– Produção do Estudante 4.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 6 – Produção do Estudante 7.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 7 – Produção do Estudante 9.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

No quadro 9 está presente o desafio flash, intitulado “Vamos olhar à nossa volta?”. Esse desafio visou a interação dos jogadores com o ambiente ao qual eles estão inseridos diariamente, buscando perceber a problemática causada pelos esgotos a céu aberto.

Quadro 9 – Desafio Flash.

DESAFIO FLASH: Vamos olhar à nossa volta?

Olá jogador(a),

Sabemos que a triste realidade de esgotos a céu aberto não é algo muito distante. Busque em sua vizinhança e fotografe locais com esgoto a céu aberto, além disso aponte alguns dos problemas ambientais que essa realidade pode ocasionar. (OBS: não use imagem da internet!)

ARG - LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 28/03/2023 – 12h

Entrega: 30/03/2023 – 12h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Este desafio interage diretamente com a característica imersiva dos ARGs, como cita Cleophas (2019), o ARG dialoga com o dia a dia do jogador, ultrapassando os limites de uma sala de aula. Neste desafio, dois estudantes não o concluíram, um dos motivos para o não cumprimento do desafio pode ter sido a necessidade de locomoção e busca por um local que apresentasse as características solicitadas.

No entanto, o desafio apresentou bons resultados e como pode ser visto abaixo, os estudantes conseguiram atender ao que foi proposto (imagens das Figuras 8-10, com os comentários em sequência).

Figura 8 – Imagem feita pelo Estudante 1.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

“As fotos foram tiradas próximo a minha residência, o local é conhecido como a “antiga ponte de cano” também próxima a um parque ambiental do São Francisco. O esgoto a céu aberto pode causar uma série de problemas ambientais, incluindo: Poluição da água; Problemas de saúde pública; Degradação do ecossistema; Emissão de gases de efeito estufa; Problemas estéticos e turísticos.”

Figura 9 – Imagem feita pelo Estudante 2.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

“Esse rio é onde é despejado toda água das casas ao redor, seu odor não é forte, porém, ele não pode ser usado para banho, nem pesca, nem para beber, mas mesmo assim moradores da área tem utilizado dessa água.

Figura 10 – Imagem feita pelo Estudante 7.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Na imagem é possível observar um trecho de esgoto a céu aberto. Durante as últimas semanas devido às chuvas o escoamento aumentou gradativamente, esse contexto é muito problemático, podendo propagar doenças para a população local em decorrência da água poluída. Além disso, também há presença de lixo próximo ao escoamento, esses sólidos acabam se misturando com a água, poluindo ainda mais. Portanto, os principais impactos causados pelo esgoto a céu aberto são os riscos à saúde pública e os danos ambientais.

Um questionário para avaliar as primeiras impressões foi configurado como Desafio 3 (Quadro 10). O questionário pode ser encontrado detalhado no Apêndice A.

Quadro 10 – Desafio 3.

DESAFIO 3: Primeiras impressões

Olá jogador(a),

Estamos no início da jornada, mas nós, membros do ARG-LUTE, ansiamos por saber as suas primeiras impressões do nosso jogo. O melhor é que também vale uns pontinhos! Neste desafio não existe certo nem errado.

Preencha o formulário e nos diga sua opinião sobre o jogo **ARG-LUTE**.

ARG-LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 28/03/2023 – 15h

Entrega: 29/03/2023 – 15h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Como pode ser observado no Quadro 10, o questionário inicial foi disponibilizado na forma de desafio, no segundo dia de aplicação do ARG. Composto por 5 questões abertas, teve como objetivo realizar uma sondagem acerca de dois pontos: o conhecimento sobre a temática e as primeiras impressões acerca da metodologia. Para discussão, foram selecionadas as respostas de alguns jogadores descritos abaixo:

1) Até o momento, qual(is) sua(s) impressão(ões) sobre o ARG-LUTE?

Estudante 3. *As impressões são as melhores possíveis, e um dos motivos é a diversidade de possibilidades na aplicação das atividades. É muito comum nos depararmos com atividades repetitivas e cansativas que desestimulam os alunos, e o ARG propicia alternativas.*

Estudante 4. *É um tipo de jogo interessante, pois nos faz ir atrás de coisas ao nosso redor, que geralmente não prestamos tanta atenção, enquanto não nos afeta.*

Estudante 7. *Achei a proposta do AGR-LUTE muito interessante, além de promover um aprofundamento e conscientização sobre o tratamento de esgoto também promove a divulgação científica.*

O primeiro questionamento buscou compreender as primeiras impressões dos jogadores em relação ao ARG-LUTE. Todos os estudantes afirmaram estar gostando do desenvolvimento e de como os desafios estavam sendo formulados. O Estudante 3 cita a importância do estímulo e da inovação em sala de aula, característica inerente ao ARG, que não se limita a desafios/atividades/jogos específicos, pois consegue englobar as mais distintas atividades.

2) Você já conhecia o funcionamento do tratamento de esgoto?

Estudante 3. *Sim, já conhecia.*

Estudante 5. *Só uma pequena parte em um curso de formação da vigilância sanitária.*

Estudantes 2, 7, 8 e 9. *Não*

Por meio das respostas obtidas nesta pergunta, é perceptível que o tratamento de esgoto ainda é algo pouco discutido, tal qual afirma Buczenko (2019). Entre 9 jogadores, apenas 1 afirmou conhecer, de fato, o funcionamento do tratamento de esgoto, os outros jogadores não conheciam ou conheciam parcialmente.

3) Comente, em linhas gerais, como ARG-LUTE auxiliou na compreensão dos processos envolvidos no tratamento de esgoto até o presente momento.

Estudante 1. *Ajudou no sentido de relembrar o conteúdo e também de descobrir novas coisas que provavelmente não seria passado em um contexto de sala convencional*

Estudante 2. *Meu conhecimento sobre ambiental em si é muito baixa, não é um assunto que me atraia muito, então esse ARG está conseguindo me atrair um pouco mais para essa área e poder depois levar para sala de aula.*

Estudante 9. *Não conhecia nada sobre os processos de tratamento de esgoto e o ARG me auxiliou a entender de uma forma lúdica e direta questões e aspectos relacionados com essa temática*

A terceira pergunta teve como objetivo avaliar o nível de compreensão obtido pelos estudantes no início do jogo. Todos jogadores afirmaram ter compreendido ou lembrado algo através dos desafios disponibilizados. O estudante 2, em específico, comentou sobre a forma como o ARG conseguiu atrair sua atenção para esta temática, além de enxergar a possibilidade de inseri-la na sua prática docente.

4) Em geral, comente sobre suas maiores dificuldades com o ARG-LUTE.

Estudante 1. *não tive problemas os desafios foram satisfatórios até então.*

Estudante 7. *A resolução dos desafios está acontecendo de maneira fluida, as dificuldades que tive estavam relacionadas apenas com o tempo de entrega, não tive problemas quanto a execução dos desafios.*

Estudante 8. *Por enquanto só estou com dificuldades de realizar os desafios por questão de tempo, mas fazendo o possível para realizá-los dentro dos prazos.*

Neste questionamento, todos os jogadores afirmaram não possuir nenhuma dificuldade em relação aos desafios, mas sim em relação ao prazo de entrega, como também a conciliação com as obrigações da rotina diária. Esse é um aspecto muito positivo, já que o jogo foi aceito pelos jogadores. Como elucidam Felício e Soares (2018) a participação e atuação nos jogos deve ocorrer de maneira livre, sendo assim, essa necessidade foi atendida.

5) Você tem alguma crítica ou sugestão para as atividades do ARG-LUTE?

Estudante 2. *Até o presente momento, não tenho nenhuma crítica ou sugestão. Estou gostando de como está sendo conduzido.*

Estudante 6. *ARG - LUTE traz a ideia de uma equipe que está lutando, porém, até o momento não me sinto em uma equipe, seria de ótima atuação elaborar desafios que permeiam a colaboratividade*

Estudante 7. Sugestão: Aumentar o prazo de entrega de alguns desafios

E finalmente, na pergunta 5, em que os jogadores foram indagados acerca de críticas e sugestões, as respostas oscilaram entre “nenhuma crítica ou sugestão” e “sugestão de aumento de prazo”, apenas o estudante 6 trouxe uma visão diferente, relacionada ao trabalho em equipe.

No entanto, durante a estruturação do ARG, pensou-se em maneiras de desenvolver atividades que permeassem o trabalho em equipe tendo ciência da dificuldade existente em relação ao tempo e as outras demandas que os jogadores possuíam. Para isso, no desafio 6 que será comentado mais a frente, buscou-se desenvolver a interação entre os participantes.

5.1.3 Dia 3

No terceiro dia do ARG, foi disponibilizado o desafio 4, descrito no Quadro 11, intitulado “Quem procura acha”. Teve como objetivo fazer com que os jogadores conhecessem os processos que compõem o tratamento primário, para que pudessem associá-lo ao que é visto em sala de aula observando sua aplicação prática.

Quadro 11 – Desafio 4.

DESAFIO 4: Quem procura acha

Olá jogador(a),

Já passamos pelo tratamento preliminar e seguiremos para o tratamento primário. Todas as etapas do tratamento de esgoto são de suma importância para a qualidade do efluente tratado, sabendo disso, vamos entender a necessidade desse processo brincando de caça-palavras? Faça o *upload* do *print* para comprovar.

ARG - LUTE, Boa sorte!

O tratamento primário

O tratamento primário destina-se à remoção de: **SÓLIDOS** em suspensão sedimentáveis, sólidos **FLUTUANTES** (óleos e graxas) e parte da **MATÉRIA ORGÂNICA** em suspensão. Após a passagem pelas unidades de tratamento preliminar, os esgotos ainda contém sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de **SEDIMENTAÇÃO**. Esse nível de tratamento pode envolver os seguintes processos:

- **DECANTAÇÃO:** Os sólidos em suspensão de maior **DENSIDADE** contidos nos efluentes, sedimentam-se e depositam-se ao fundo constituindo o lodo primário que posteriormente é removido para outro tipo de tratamento.
- **FLOTAÇÃO:** A flotação acontece através de nuvens de **MICROBOLHAS** de ar que tem o objetivo de arrastar as impurezas para a superfície, facilitando a remoção.
- **NEUTRALIZAÇÃO:** Na neutralização ocorre a regularização do pH dos resíduos **ÁCIDOS** e resíduos **ALCALINOS** quando há necessidade.
- **PRECIPITAÇÃO QUÍMICA:** A precipitação costuma ser aplicada no tratamento de águas residuais que contenham altas concentrações de **METAIS** ou **SULFATOS**. Quando aplicado, o processo ocorre a partir de um determinado produto químico reagindo com íons de metal pesado, formando um sólido denominado “precipitado” que também é removido posteriormente.



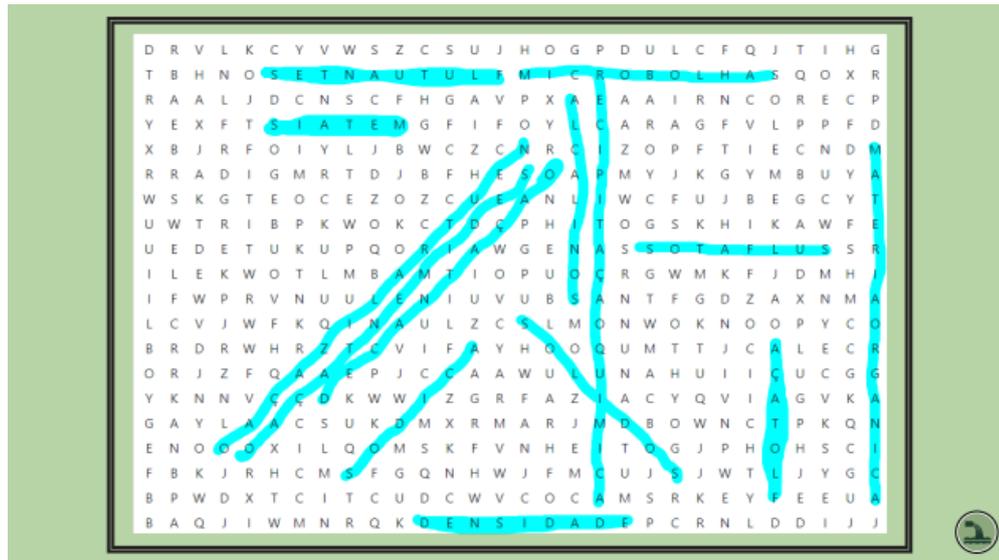
Disponibilizado: 29/03/2023 – 08h

Entrega: 30/03/2023 – 08h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

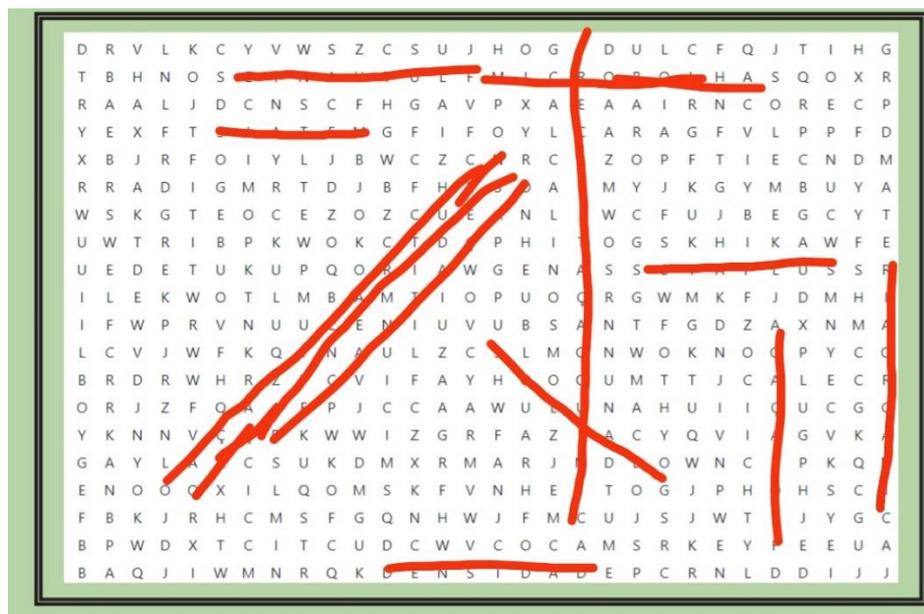
Dentre os 9 participantes, apenas três não conseguiram encontrar todas as palavras, como é o caso do Estudante 5 que está sendo apresentado abaixo (Figura 12). No entanto, essa situação não prejudicou o objetivo do desafio, pois a intenção era que eles realizassem a leitura do texto, tivessem acesso a informação e assimilassem o máximo do conteúdo que fosse possível a partir da leitura e releitura para o encontro das palavras no caça-palavras.

Figura11 – Resposta do Estudante 3.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 12 – Resposta do Estudante 5.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

No quadro 12, está presente o desafio de número 5, intitulado “Desvendando os objetivos”. Foi solicitado que os estudantes assumissem a autoria do seu processo de construção de conhecimento, desenvolvendo então, um elemento fundamental, a autonomia (FELÍCIO; SOARES, 2018).

Quadro 12 – Desafio 5.

DESAFIO 5: Desvendando os objetivos

Olá jogador(a),

No desafio passado você explorou o caça-palavras relacionado ao tratamento primário e conseguiu observar alguns dos tratamentos que podem ser empregados nesta etapa. Agora é hora de mostrar sua iniciativa quanto a busca pelo conhecimento.

Pesquise informações acerca dos objetivos dos tratamentos secundário e terciário, apontando as diferenças e similaridades (se houver).

ARG - LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 29/03/2023 – 12h

Entrega: 31/03/2023 – 12h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Foram selecionadas duas respostas dos jogadores, na qual é possível observar definições bem estruturadas acerca do tratamento secundário e terciário. Sendo assim, percebe-se a importância de desafios que estimulem os estudantes a buscarem respostas e estruturarem sua aprendizagem pautada nos direcionamentos do professor.

Estudante 1. *O objetivo do tratamento secundário e terciário no tratamento de esgoto é remover os poluentes remanescentes após o tratamento primário. O tratamento secundário é projetado para remover matéria orgânica dissolvida e sólida em suspensão por meio de processos biológicos, físicos e químicos. Já o tratamento terciário é um processo adicional que remove nutrientes, compostos químicos específicos e outros poluentes que podem permanecer no esgoto após o tratamento secundário.*

A principal diferença entre o tratamento secundário e terciário é que o tratamento secundário foca na remoção de matéria orgânica dissolvida e sólida em suspensão, enquanto o tratamento terciário tem como objetivo remover poluentes específicos, como nutrientes (nitrogênio e fósforo), produtos químicos, metais pesados e microrganismos patogênicos. Além disso, o tratamento terciário pode incluir

tecnologias avançadas de filtração, ozonização e desinfecção para melhorar a qualidade da água tratada antes de sua descarga no meio ambiente.

Estudante 7. Tratamento Secundário

No tratamento secundário a remoção dos resíduos é feita através da ação biológica, devido a ação dos microorganismos que podem se classificar como aeróbios ou anaeróbios. Um tipo de tratamento aeróbio comum é o processo de lodos ativados, onde há suspensão da massa líquida pela introdução do oxigênio, em que os sólidos biológicos formam flocos e são retidos em filtros, enquanto a biomassa é retida passando por decantadores.

Tratamento terciário

O tratamento terciário visa a remoção de resíduos que ainda não foram tratados nos processos anteriores, como metais pesados, macronutrientes, alguns compostos orgânicos, remoção da cor, desinfecção. Alguns processos de tratamento que acontecem nessa fase são: Filtração, precipitação, coagulação, adsorção, processos de remoção de nutrientes, cloração, ozonização e oxidação.

5.1.4 Dia 4

No quarto dia de ARG, iniciamos as postagens dos desafios com um desafio flash, como pode ser visto no quadro 13, intitulado “Quebra-cabeça”. O objetivo da resolução do quebra-cabeça foi de que, após montá-lo o jogador consiga identificar qual o tipo de tratamento está sendo representado pela imagem.

Quadro 13 – Desafio flash.

DESAFIO FLASH: Quebra-cabeça

Olá jogador(a),

Estamos mais perto do fim do que do começo, será que após todos esses desafios você é capaz de identificar qual o tipo de tratamento está sendo realizado? Monte o quebra-cabeça abaixo e informe o tratamento que está sendo realizado.

Faça o *upload* do *print* para comprovar.

ARG-LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 30/03/2023 – 08h

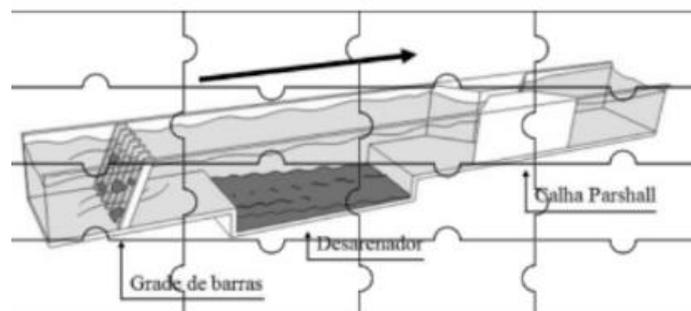
Entrega: 31/03/2023 – 08h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Apenas o Estudante 1 respondeu de forma incorreta (Figura 13), afirmando que o tratamento realizado era o primário. No entanto, tal qual afirma Cleophas et al. (2020) por meio dos *feedbacks*, o *PuppetMaster* consegue monitorar o desenvolvimento do estudante, intervindo nos momentos necessários a fim de que o aprendizado seja redirecionado e efetivado. Dessa forma, o jogador recebeu o feedback e não teve seu processo de aprendizagem prejudicado. A mediação do feedback ocorreu por meio de um comentário no próprio espaço da atividade lúdica, possibilitando assim esclarecer as dúvidas do jogador.

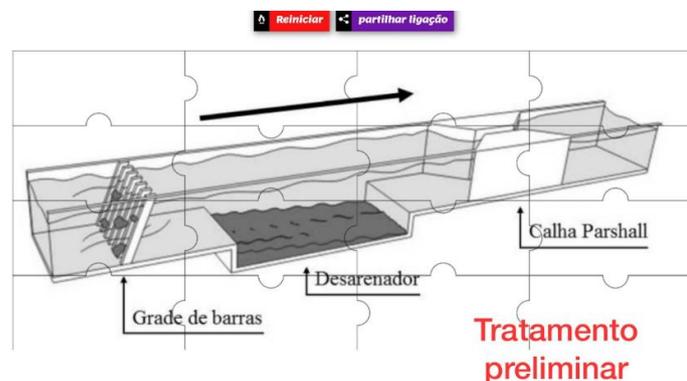
Figura 13 – Resposta apresentada pelo Estudante 1.

Aqui está sendo realizado o tratamento
primário



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 14 – Resposta apresentada pelo Estudante 8.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

No quadro 14, tem-se o desafio 6, intitulado “Encontrando seu par”.

Quadro 14 – Desafio 6.

DESAFIO 6: Encontrando seu par

Olá jogador(a),

Vocês pesquisaram o objetivo e a funcionalidade dos tratamentos secundário e terciário. Vamos analisar as definições e encontrar os pares correspondentes? Faça o upload do *print* para comprovar.

Mas antes, tenho um documento secreto para te apresentar, no desafio 4 há uma informação muito importante que permitirá seu acesso. Nele conhecimentos acerca do tratamento secundário e terciário estão presentes e te ajudará a vencer mais uma etapa.

Cada palavra destacada possui um valor. Descubra-o, some o valor de todas palavras e terá a chave para este documento secreto.

ARG-LUTE, Boa sorte!

Disponibilizado: 30/03/2023 – 12h

Entrega: 31/03/2023 – 18h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

No grupo do *WhatsApp*, onde os jogadores eram avisados sobre os novos desafios e sobre os prazos, foi possível observar a interação entre os participantes na busca pela senha, fazendo com que eles trabalhassem em equipe. Não foram todos os participantes que interagiram, mas uma boa parte se manifestou no grupo com o intuito de descobrir o código.

A mensagem secreta se tratava de um resumo para que eles se apropriassem de mais informações e assim conseguissem resolver o desafio de maneira fluída. A seguir pode-se observar a resolução do desafio, que se tratava de um jogo de classificação de grupos, construído no site *WORDWALL*, em que os jogadores tinham que direcionar as afirmações aos grupos correspondentes: Tratamento secundário ou tratamento terciário (Figuras 15 e 16).

Figura 15 – Resposta apresentada pelo Estudante 2.

0:57 ✓ 15

Tratamento Secundário

- Fazem parte do processo de degradação aeróbica bactérias, fungos, protozoários, algas e vermes, enquanto o processo anaeróbico é conduzido basicamente por bactérias.
- Seu principal objetivo é a remoção da matéria orgânica: dissolvida e em suspensão.
- Os métodos de tratamento mais utilizados são: lagoas de estabilização e variantes, lagoas aeradas, todos ativados, filtração aeróbica ou anaeróbica, reatores anaeróbios.
- A remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos.
- A capacidade de remoção é de até 90% de matéria orgânica, 90% de sólidos em suspensão e 90% de bactérias, deixando o efluente, na maioria das vezes, dentro dos limites legais para seu lançamento no meio ambiente.
- Pode ocorrer por meio de processos aeróbios, anaeróbios ou facultativos (ambos os processos ocorrem).
- A decomposição biológica do material orgânico requer a manutenção de condições ambientais favoráveis, como temperatura, pH, tempo de contato e outros e, em condições aeróbicas, oxigênio.

Tratamento Terciário

- A ozonização, realizada através do oxigênio (O3) é um oxidante extremamente reativo e altamente bactericida, sendo bastante eficaz na remoção de patógenos.
- Os patógenos são inativados por ações de raios ultravioleta, pela dessecação e pela ação dos predadores biológicos no solo.
- O objetivo principal da remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio é o de evitar o fenômeno de eutrofização do meio aquático.
- Existem processos naturais e artificiais de desinfecção.
- A cloração consiste na adição de cloro para destruir microrganismos ou agir como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos, permitindo a purificação da água.
- É empregado visando a remoção de nutrientes e sua desinfecção.
- A energia ultravioleta é absorvida pelas diferentes composições orgânicas e inorgânicas. Essa radiação ionizante penetra no corpo dos microrganismos, altera seu código genético e impossibilita a reprodução.
- Desinfetar esgotos é uma prática que busca inativar organismos presentes no esgoto sanitário, em especial aqueles que ameaçam a saúde humana.

Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 16 – Resposta apresentada pelo Estudante 8.

My Answers ✓ 15

Tratamento Secundário

- Seu principal objetivo é a remoção da matéria orgânica: dissolvida e em suspensão.
- A remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos.
- A decomposição biológica do material orgânico requer a manutenção de condições ambientais favoráveis, como temperatura, pH, tempo de contato e outros e, em condições aeróbicas, oxigênio.
- Pode ocorrer por meio de processos aeróbios, anaeróbios ou facultativos (ambos os processos ocorrem).
- Fazem parte do processo de degradação aeróbica bactérias, fungos, protozoários, algas e vermes, enquanto o processo anaeróbico é conduzido basicamente por bactérias.
- Os métodos de tratamento mais utilizados são: lagoas de estabilização e variantes, lagoas aeradas, todos ativados, filtração aeróbica ou anaeróbica, reatores anaeróbios.
- A capacidade de remoção é de até 90% de matéria orgânica, 90% de sólidos em suspensão e 90% de bactérias, deixando o efluente, na maioria das vezes, dentro dos limites legais para seu lançamento no meio ambiente.

Tratamento Terciário

- É empregado visando a remoção de nutrientes e sua desinfecção.
- A ozonização, realizada através do oxigênio (O3) é um oxidante extremamente reativo e altamente bactericida, sendo bastante eficaz na remoção de patógenos.
- A cloração consiste na adição de cloro para destruir microrganismos ou agir como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos, permitindo a purificação da água.
- Desinfetar esgotos é uma prática que busca inativar organismos presentes no esgoto sanitário, em especial aqueles que ameaçam a saúde humana.
- Existem processos naturais e artificiais de desinfecção.
- Os patógenos são inativados por ações de raios ultravioleta, pela dessecação e pela ação dos predadores biológicos no solo.
- A energia ultravioleta é absorvida pelas diferentes composições orgânicas e inorgânicas. Essa radiação ionizante penetra no corpo dos microrganismos, altera seu código genético e impossibilita a reprodução.
- O objetivo principal da remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio é o de evitar o fenômeno de eutrofização do meio aquático.

Correct Answers Back

Tratamento de esgoto Share

by Contatolauraamo Edit Content Embed More

Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

5.1.5 Dia 5

O último dia de aplicação do ARG, foi iniciado com o desafio 7, intitulado “Vamos construir um mapa? Mas não é geográfico” (Quadro 15). Esse desafio buscou investigar a compreensão e o aprendizado que os jogadores obtiveram durante os desafios realizados, como também a capacidade de sistematização desse conhecimento.

Quadro 15 – Desafio 7.

DESAFIO 7: Vamos construir um mapa? Mas não é geográfico

Olá jogador(a),

Após essa jornada desafiadora que tal desenvolver um mapa conceitual englobando de forma sucinta as etapas do tratamento de esgoto. Mostre tudo que você conseguiu aprender na tentativa de auxiliar Marcos em seu estágio.

ARG-LUTE, Boa sorte!

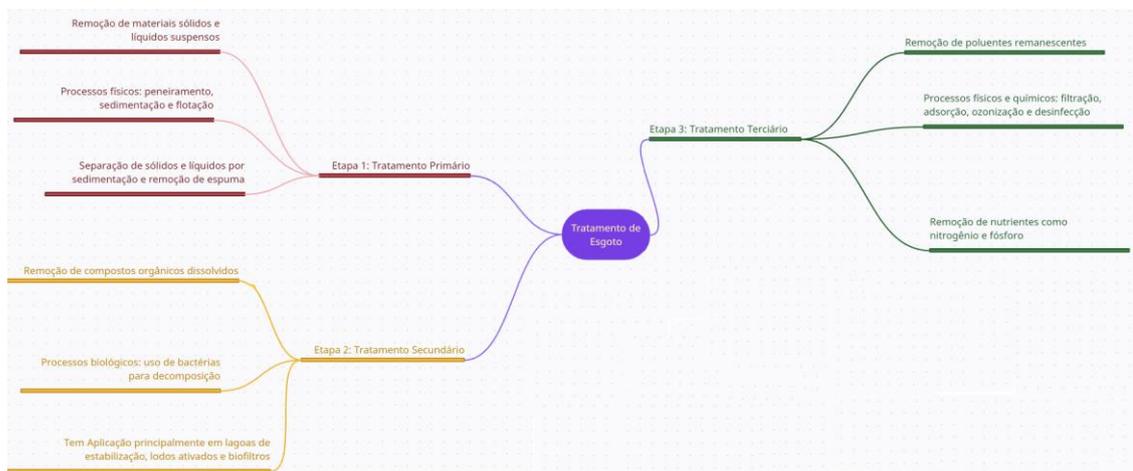
Disponibilizado: 31/03/2023 – 08h

Entrega: 02/04/2023 -08h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

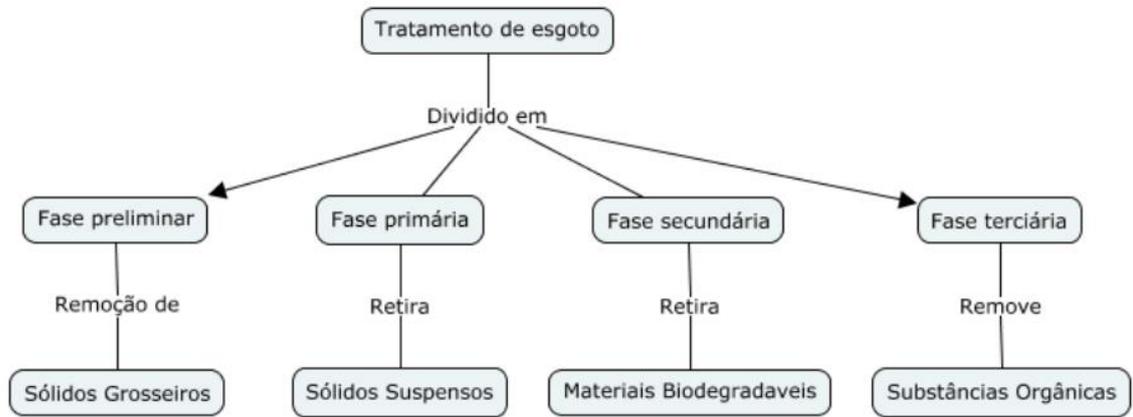
A seguir pode-se observar as produções de todos os jogadores (Figuras 17 - 25).

Figura 17 – Resposta apresentada pelo Estudante 1.



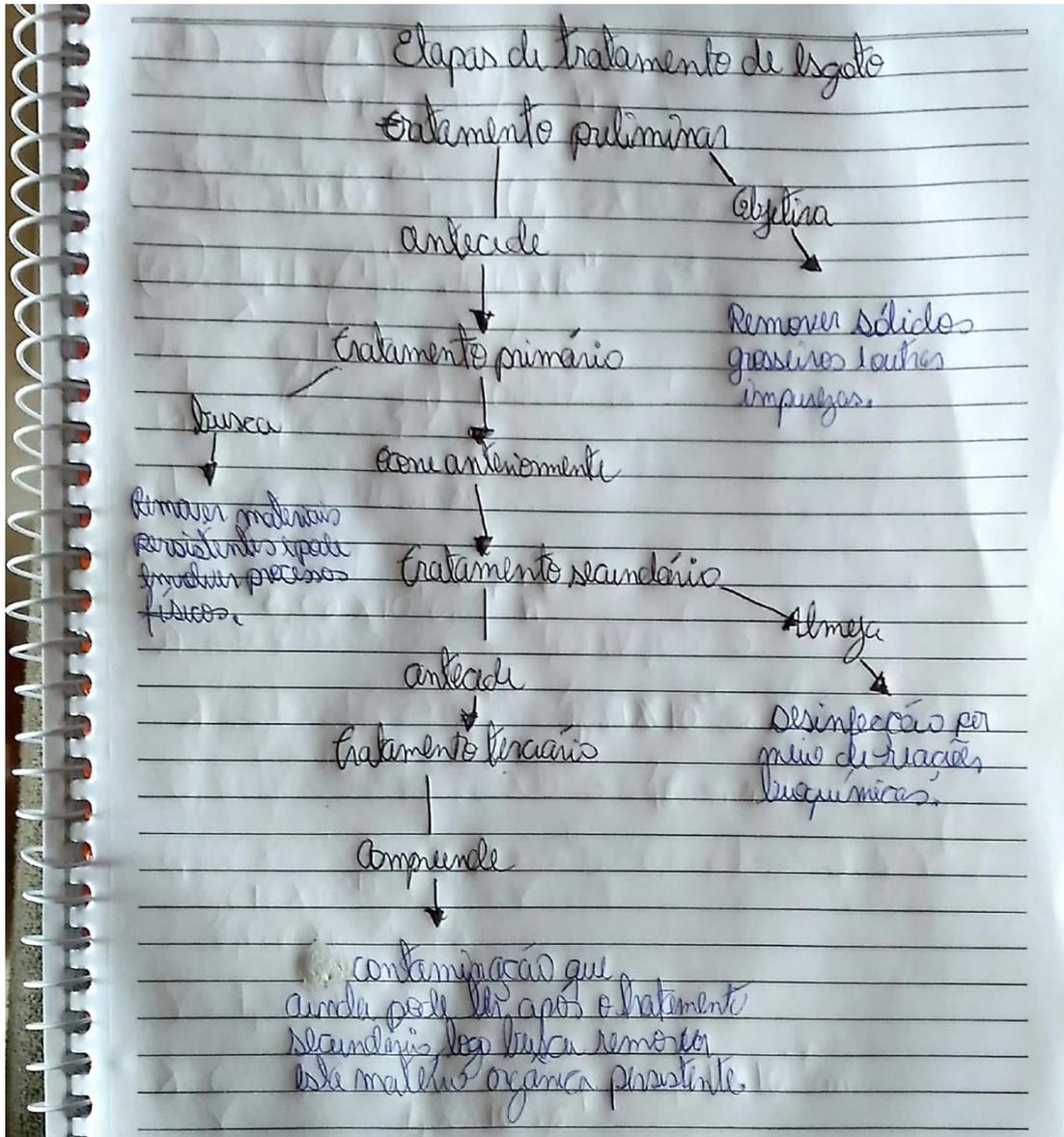
Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 18 – Resposta apresentada pelo Estudante 2.



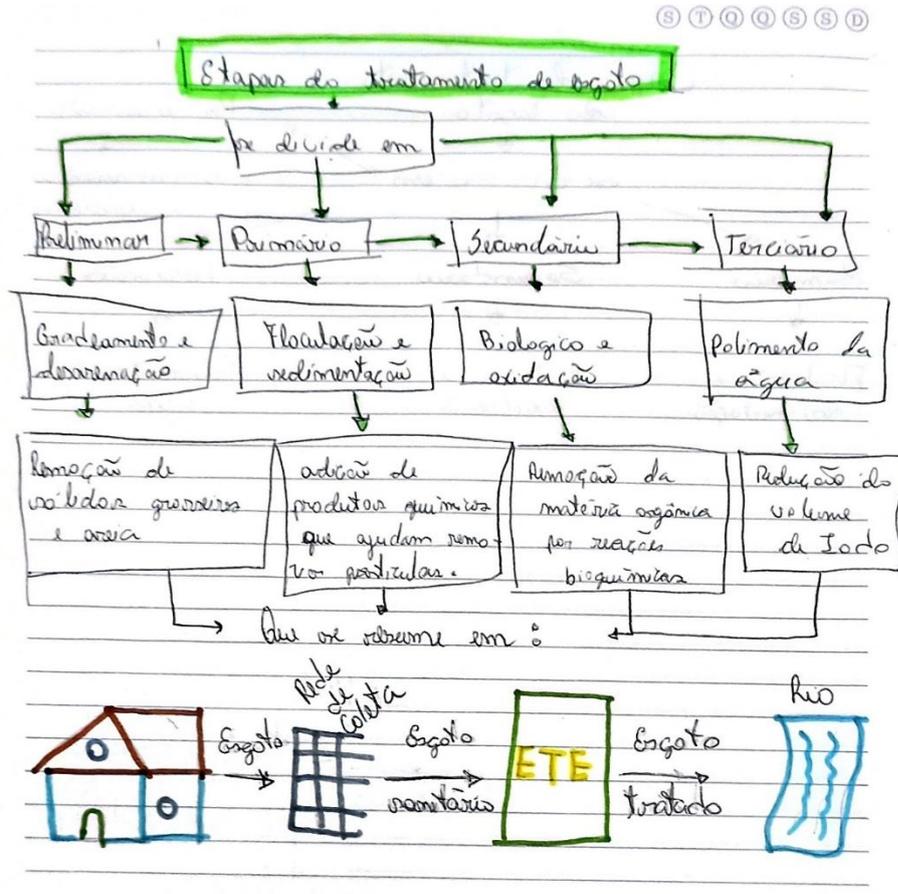
Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 19 – Resposta apresentada pelo Estudante 3.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 20 – Resposta apresentada pelo Estudante 4.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 21 – Resposta apresentada pelo Estudante 5.



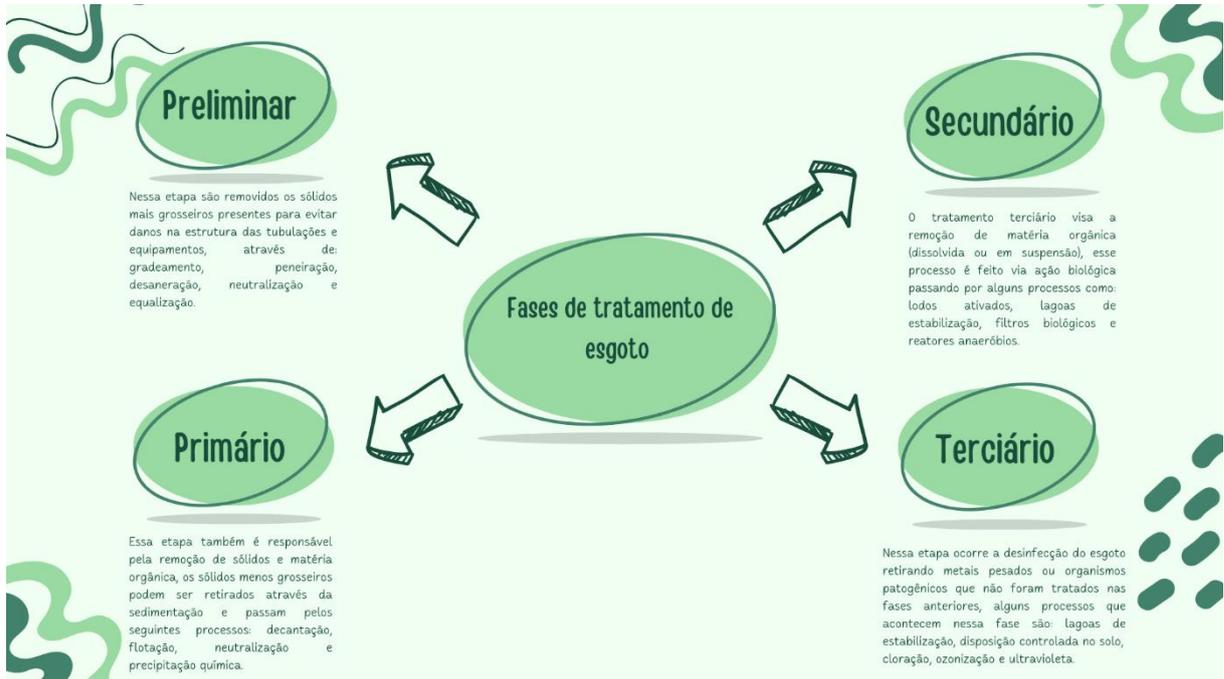
Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 22 – Resposta apresentada pelo Estudante 6.



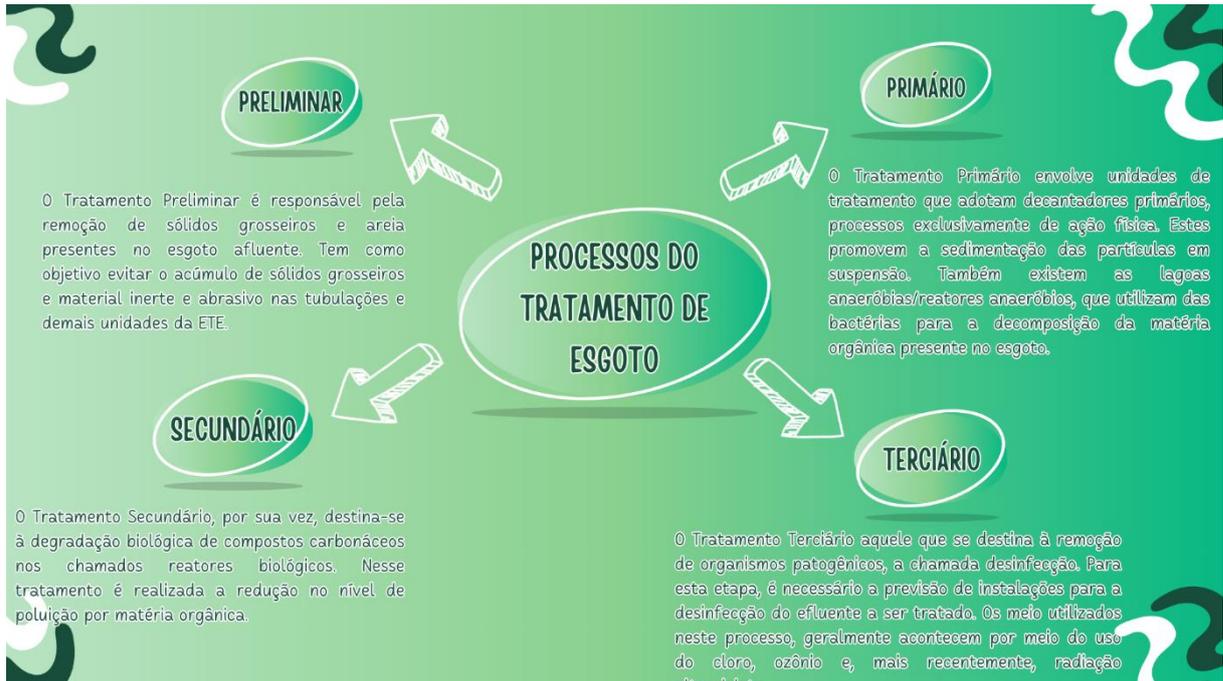
Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 23 – Resposta apresentada pelo Estudante 7.



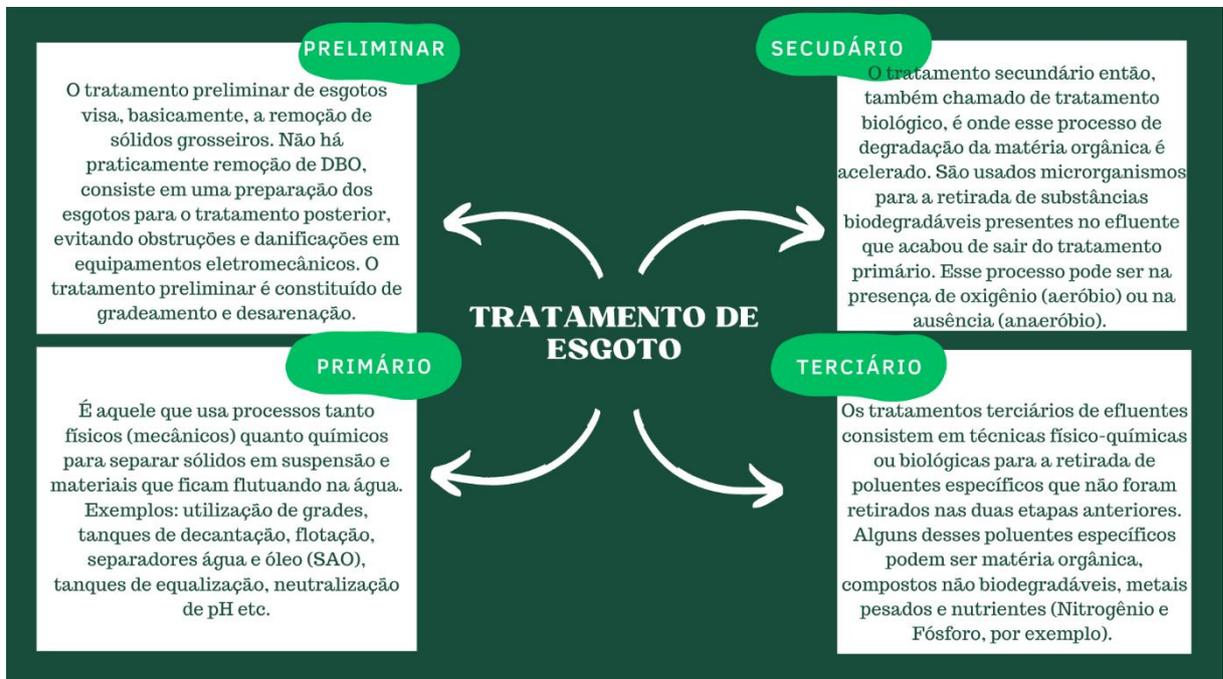
Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 24 – Resposta apresentada pelo Estudante 8.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Figura 25 – Resposta apresentada pelo Estudante 9.



Fonte: Elaborado pelos estudantes (2023).

Foram produzidos mapas mentais de ótima qualidade conceitual e contextual. Além disso, pode-se perceber que foram utilizados diversos meios para

sua construção, como o tradicional papel e caneta, sites específicos para produção de mapas mentais e plataforma de design gráfico. Os alunos demonstraram a capacidade de organizar seu pensamento e materializá-lo na forma de mapas cuja diagramação demonstra formas diferentes de pensar o processo. No caso em particular desse desafio os mapas lineares demonstram a compreensão do sequenciamento temporal das ações em relação a processos preliminar, primários, secundários e terciários, o que denota uma consciência da prática de como são executados.

O último desafio, trata-se da avaliação final da metodologia, conforme se apresenta no Quadro 16 e será discutido no próximo tópico. O Questionário completo pode ser encontrado no Apêndice B.

Quadro 16 – Desafio final.

DESAFIO FINAL: Avaliação final

Olá jogador(a),

Chegamos à reta final de nosso jogo, o querido ARG. Espero que a experiência tenha sido próspera. Não tenha dúvidas que ele foi feito com a maior dedicação, empenho e a melhor das intenções.

Gostaria de dizer que sim, você foi selecionado (a) para fazer parte da Liga Universal de Tratamento de Esgotos (ARG-LUTE), afinal passou-se 5 (cinco) dias de atividades das mais variadas e não ser selecionado para essa liga de notáveis seria muito injusto, além de que você se mostrou capaz e merece seu lugar na liga.

Claro que, antes do encerramento, como uma última missão a cumprir, queremos saber a sua opinião em relação a toda essa aventura. Almejamos saber sua opinião/sugestões.

A equipe ARG – LUTE.

Disponibilizado: 31/03/2023 – 12h

Entrega: 02/04/2023 – 18h

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

5.2 QUESTIONÁRIO FINAL

A avaliação final do jogo *ARG – Liga Universal de Tratamento de Esgoto* foi fundamentada em um questionário fechado, baseado no modelo proposto por Savi e colaboradores (2010) e um aberto, totalizando 20 questões (Apêndice B). Este modelo proposto por Savi foi, também, utilizado em seus trabalhos posteriores (WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2012; WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2013; WANGENHEIM et al., 2014), demonstrando a funcionalidade e validade dessa proposta para a avaliação de jogos educativos.

O questionário fechado tomou como referência a Escala de Likert. Neste modelo, as afirmações são baseadas no modelo de avaliação de treinamento de Kirkpatrick, nas estratégias motivacionais do modelo ARCS de Keller, na área de experiência de usuário e na taxonomia de objetivos educacionais de Bloom. Este modelo foi adaptado para atender às necessidades do jogo proposto para o ensino de Química. Apresentando três tipos de âncoras teóricas: a **motivação** (ARCS), a **experiência do usuário** e a **aprendizagem** (SAVI, 2010).

5.2.1 Motivação

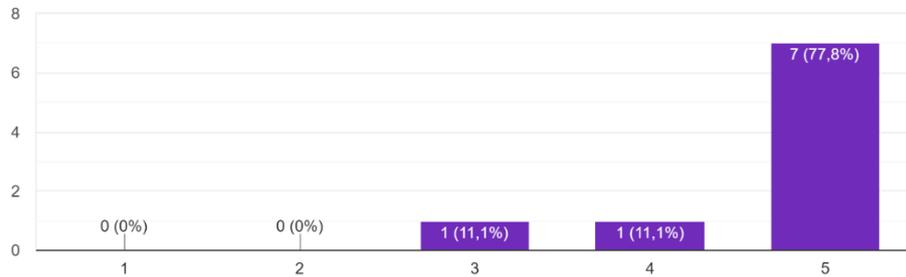
O aspecto motivação é baseado no modelo ARCS, acrônimo que conecta as quatro categorias estratégicas relacionadas à motivação dos alunos na aprendizagem, são elas: Atenção, relevância, confiança e satisfação (SAVI, 2010). A **atenção** se refere a conquista do interesse dos alunos por um longo período de tempo; a **relevância** remete a importância do conteúdo e a conexão com seu futuro acadêmico ou profissional, além da possível associação de seus conhecimentos prévios e os que lhe foram apresentados; a **confiança** mostra se os aprendizes conseguem alcançar o sucesso por meio de suas habilidades e esforço; a **satisfação** aborda a relação entre o que foi aprendido e a sua importância.

No questionário fechado, os aspectos motivacionais são tratados nos itens 01 a 04. Destaca-se que a avaliação é realizada com base na Escala de Likert, onde afirmações são feitas e os estudantes devem atrelar sua percepção aos graus de concordância, os quais variam de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). Os gráficos referentes as respostas podem ser observadas nas Figuras 26 a 29.

Figura 26 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 1.

1. Houve algo interessante no início do jogo (ARG) que chamou a minha atenção.

9 respostas

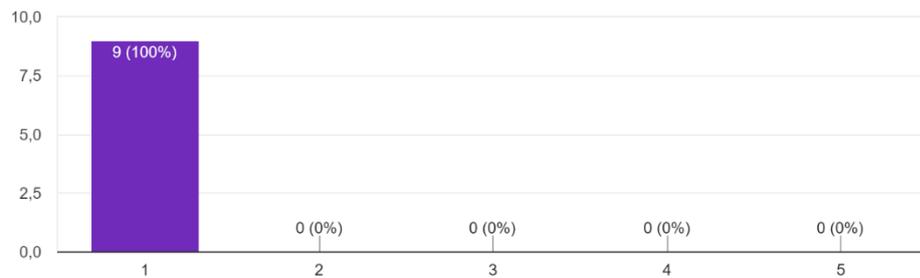


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 27 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 2.

2. O conteúdo do jogo não é relevante/importante para os meus interesses.

9 respostas

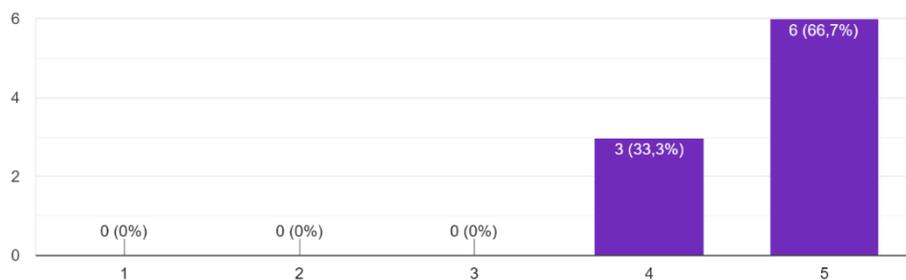


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 28 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 3.

3. Ao avançar nas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.

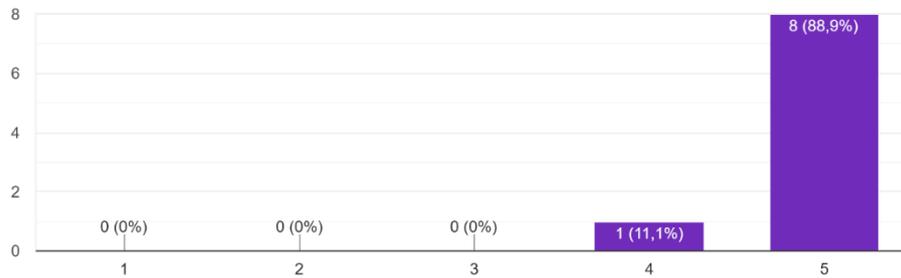
9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 29 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 4.

4. Eu achei fácil o jogo e me ajudou para entender o assunto.
9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Como pode ser visto nos gráficos acima, cada um dos critérios que foram discutidos anteriormente corresponde a uma afirmação. Em um contexto geral, todas as afirmações obtiveram bons graus de concordância, indicando que o nível de motivação dos jogadores durante o jogo ocorreu de forma satisfatória.

O critério que se refere a **atenção** foi o que mais apresentou oscilação (Figura 26), porém nada que comprometa o nível de interesse dos jogadores, visto que, dos 9 jogadores, 7 utilizaram o mais alto nível de concordância. Isso está relacionado as características inovadoras dessa metodologia, tanto em relação ao jogo educativo, quanto a temática abordada.

No que diz respeito a **relevância** todos os jogadores afirmaram que o conteúdo abordado no jogo é importante (Figura 27), o que se torna um caráter positivo na escolha da temática (ainda pouco discutida) e na importância da mesma atrelada a formação dos estudantes.

Com a temática de **confiança** e **satisfação** (Figuras 28 e 29) os resultados obtidos são fortemente positivos, essa percepção pode estar associada a forma linear na qual o ARG foi construído, dispondo amplamente das características formadoras de um jogo pedagógico, em que há a possibilidade de se ensinar algo através dele. (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018)

5.2.2 Experiência do usuário

No aspecto experiência do usuário, ele procura obter a concepção do aluno em relação a experiência vivenciada no jogo. Savi (2010) elucida as principais vertentes

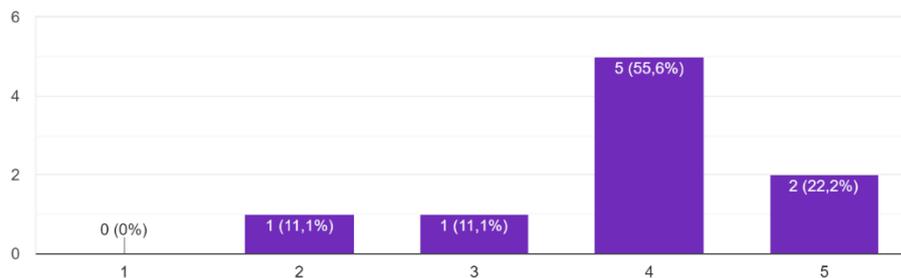
desse tópico de avaliação, as principais são: Imersão, desafio, competência, diversão e interação social.

A **imersão** está relacionada ao envolvimento profundo no jogo, causando distorção em sua percepção de tempo. O **desafio** se refere a capacidade do jogo se apresentar em um ritmo adequado, possuindo variações de níveis e mantendo-se suficientemente desafiador para o jogador. A **competência** remete aos sentimentos positivos de eficiência, que se relaciona diretamente às habilidades e estratégias do jogador. A **interação social** se refere a comunicação e interação com os demais jogadores, seja por meio dos aspectos de cooperação e/ou competição ou discussão geral sobre o jogo. Por fim, a **diversão**, está atrelada aos sentimentos de prazer, relaxamento e diversão que o jogo conseguiu proporcionar ao participante.

No questionário fechado, os aspetos relacionados à experiência do usuário são apresentados nos gráficos das respostas referentes aos itens 05 a 09 (Figuras 30-34).

Figura 30 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 5.

5. Por algum tempo me esqueci do “mundo real” e consegui ficar totalmente concentrado no jogo.
9 respostas

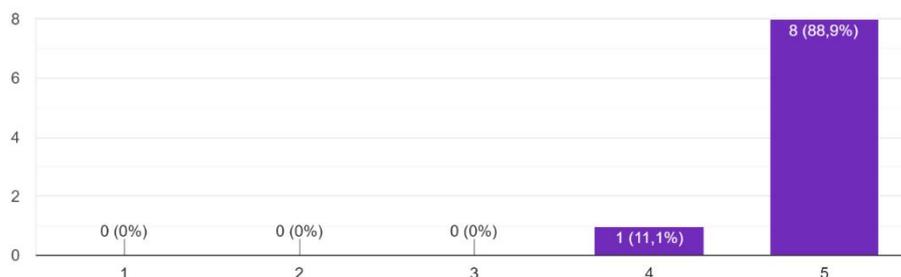


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 31 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 6.

6. O jogo evolui num ritmo adequado e não fica cansativo – oferece novos desafios, situações e variações de atividades.

9 respostas

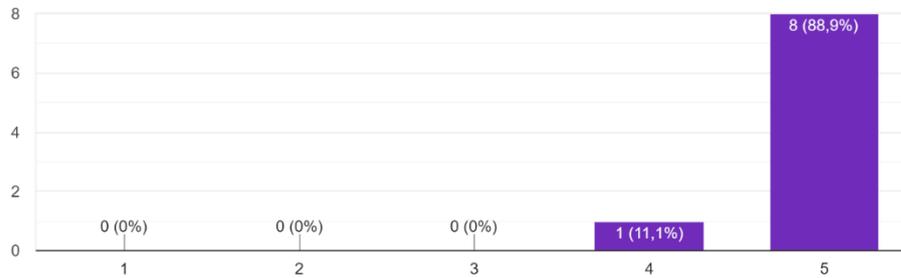


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 32 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 7.

7. Este jogo é bom para mim, as questões não são nem muito fáceis, nem muito difíceis.

9 respostas

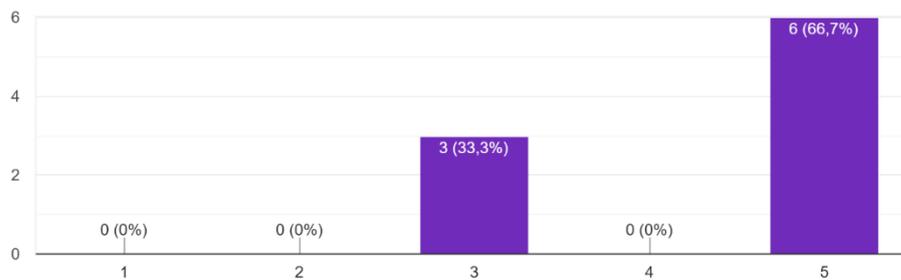


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 33– Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 8.

8. Senti que o jogo promoveu momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participaram.

9 respostas

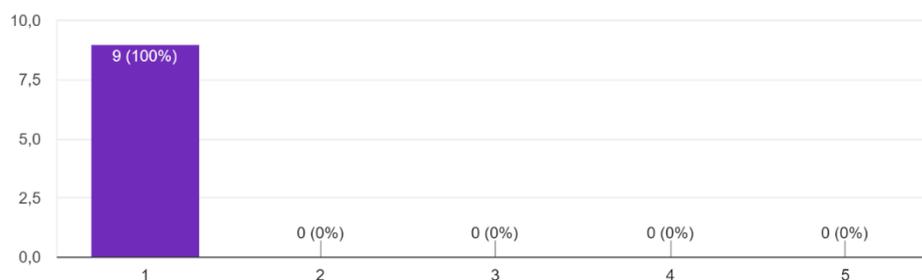


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 34 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 9.

9. Não consegui me divertir com o jogo, achei chato.

9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Assim como no tópico de motivação, em relação à experiência do usuário cada aspecto discutido acima está associado a uma afirmação que consta nos gráficos. Observando o panorama geral, houve bons índices de respostas aos graus de

concordância. Sendo assim, infere-se que a experiência do usuário perante o ARG - LUTE foi eficiente.

O aspecto relacionado a **imersão** (Figura 30) foi o que apresentou maior variação. Tendo em vista a duração de 5 dias e as demandas externas ao jogo que os jogadores possuíam e eles discutiram sobre isso no questionário inicial, o resultado foi bastante positivo, pois mesmo havendo diversos impedimentos, a grande maioria sentiu-se imersa no jogo.

Os gráficos referentes ao **desafio** e **competência** (Figura 31 e 32) demonstraram que a satisfação dos jogadores foi atingida. No quesito desafio, que se refere ao ritmo no qual o jogo é conduzido, 8 dos 9 jogadores, assinalaram o maior grau de concordância, tal fato pode ser associado as variadas abordagens pedagógicas utilizadas no decorrer do jogo, buscando conectar o nível de conhecimento dos estudantes a um desafio de similar correspondência.

Já o critério da competência, que também resultou em 8 de 9 jogadores apontando o mais alto nível de concordância, afeta diretamente o sentimento de capacidade e aptidão as estratégias do jogo. Esse fator pode estar atrelado aos *feedbacks* que eram enviados aos jogadores, no qual eram parabenizados perante o acerto e direcionados perante o erro. Através disso é possível regular o processo de aprendizagem dos alunos, observando de perto os avanços e intervindo quando se faz necessário (CLEOPHAS et al., 2020).

A **interação social**, representada na Figura 33, demonstra que os jogadores, em sua grande maioria, se sentiram contentes com o nível de interação entres os participantes. Como já mencionado anteriormente, esta era uma preocupação. Porém, observa-se que não houve insatisfação com o que lhes foi proposto. Além disso, houve uma boa interação entre jogadores e o *PuppetMaster* favorecendo o andamento do jogo.

E finalmente, em relação a **diversão** (Figura 34), em caráter unânime, todos os jogadores afirmaram ter se divertido com o jogo. Conforme afirma Kishimoto (2017) a existência da função lúdica nos jogos é indispensável, pois tem a capacidade de proporcionar a diversão. Tendo em vista as respostas dos jogadores, é possível afirmar que o ARG – LUTE atingiu esta necessidade.

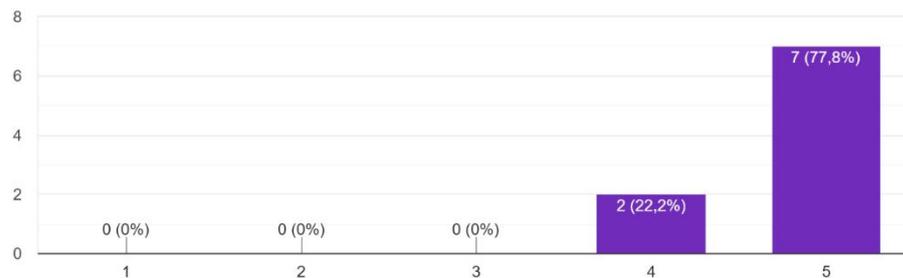
5.2.3 Aprendizagem

No tocante à aprendizagem, a ideia proposta por Savi (2010) traz a taxonomia de Bloom, desenvolvida na década de 1950 por Benjamin Bloom, tendo como objetivo principal o apoio aos processos de projeto e avaliação educacional. Bloom criou, com a colaboração de outros pesquisadores, uma classificação de níveis de raciocínio que consta de seis níveis que seguem uma sequência partindo do mais simples (conhecimento) até o mais complexo (avaliação). Essas categorias são denominadas como **conhecimento**, **compreensão**, **aplicação**, **análise**, **síntese** e **avaliação**. Nesse caso, apenas as três primeiras são consideradas. O **conhecimento** remete-se a habilidade de lembrar de dados ou informações; já a **compreensão** busca entender a informação ou o fato, captando seu significado e utilizando em contextos diferentes; por fim, a **aplicação** procura aplicar o que foi absorvido em uma situação real.

As relações da aprendizagem foram observadas nos itens 10 a 12, cujos gráficos das respostas podem ser observados nas Figuras 35 a 37.

Figura 35 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 10.

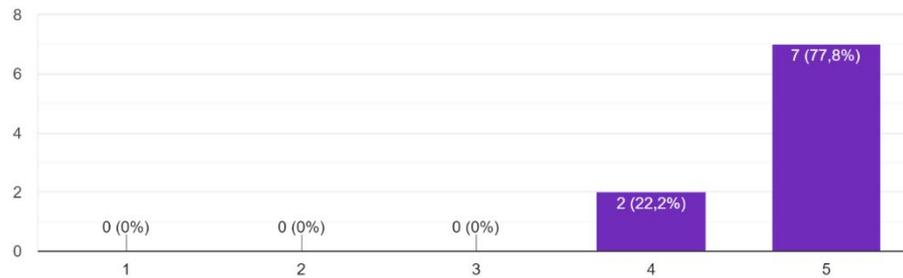
10. Depois do jogo eu consigo lembrar de mais informações relacionadas à temática apresentada.
9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 36 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 11.

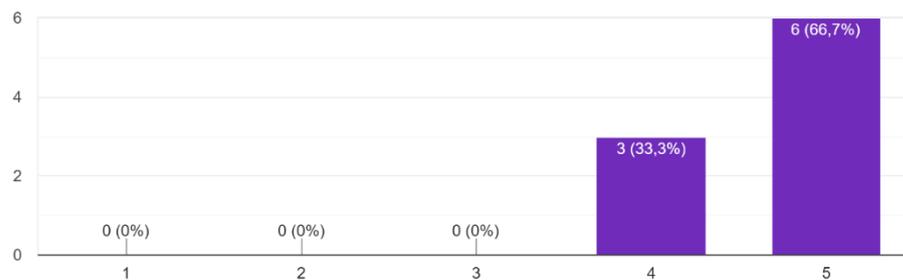
11. Depois do jogo eu consigo entender/compreender melhor sobre a temática vista no jogo.
9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 37 – Respostas dos estudantes referentes à Afirmação 12.

12. Achei o jogo importante para a minha aprendizagem, pois poderei aplicar os conhecimentos na minha vida real.
9 respostas



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Finalmente, tem-se o critério de aprendizagem, com três afirmações colocadas. Mantendo o padrão dos outros critérios, no que diz respeito à aprendizagem também houve altos índices referentes aos graus de concordância.

No que compete ao **conhecimento** e **compreensão** (Figura 35 e 36), que seria a capacidade de lembrar informações tratadas no jogo e conseguir captar seu real significado. Dos 9 participantes, 7 marcaram o mais alto grau de concordância, fato que confirma a possibilidade deste jogo ser utilizado como recurso metodológico para o favorecimento da aprendizagem. Este resultado era esperado, em virtude da própria estrutura de desafios do ARG, que buscou trazer em seu escopo, atividades que remetesse ao que já tinha sido visto no próprio jogo e ao analisar as produções e devolutivas dos desafios, era perceptível o avanço e aprendizado dos estudantes.

Como último critério, tem-se a **aplicação** que buscou verificar a concepção dos jogadores em relação a utilização dos conhecimentos adquiridos no ARG em sua vida real. Como pode ser visto na Figura 37, os estudantes se mostraram positivos nesse

quesito. Tal fato corrobora com a alegação de que “os jogos são um importante recurso para as aulas de química, no sentido de servir como um reabilitador da aprendizagem mediante a experiência e a atividade dos estudantes” (CUNHA, 2012, p. 96).

5.2.4 Análise das questões abertas

O questionário aberto, composto por 8 perguntas, tem como objetivo avaliar o jogo na perspectiva do estudante, atentando-se para uma discussão mais detalhada e que retoma os critérios abordados na escala de Likert.

A pergunta 13, “Ao final desses 5 dias, qual(is) sua(s) impressão geral/final sobre o ARG-LUTE?”, buscou entender de forma descritiva a impressão final dos estudantes, assim como foi feita no desafio 3 com o questionário inicial. Não intencionalmente foram selecionados os mesmos estudantes que responderam à questão equivalente no questionário inicial.

Em geral, todas as respostas foram positivas, destacando pontos em comum, como: revisão de conceitos, diversão, conexão entre os desafios, desafios motivadores e competição. Sendo assim, foram selecionadas as respostas dos estudantes 3, 4 e 7, que retomam os aspectos de diversão, conhecimento e atenção.

Estudante 3. *As impressões são positivas, tendo em vista que atingiu minhas expectativas no que refere-se a revisão de conceitos que eu já havia estudado antes, além disso, houveram algumas atividades que ocasionaram meu divertimento.*

Estudante 4. *Achei um jogo muito interessante e instigante para quem estava participando, pois teve várias etapas que se conectavam entre si, mostrando que deveríamos responder com atenção todas as perguntas. Além disso, apesar de uma proposta simples, se mostrou com uma didática interessante e nova para aplicação dos conhecimentos.*

Estudante 7. *Gostei muito do jogo de forma geral, estava atrativo, bem organizado, dinâmico, os desafios lançados não foram cansativos ou entediantes. Por se tratar de uma competição com outros jogadores, também há um incentivo em si manter com uma boa pontuação, cumprindo os desafios.*

Um elemento valioso na estrutura do ARG é a possibilidade de utilizar diversos recursos/atividades, todas as respostas selecionadas remetem-se aos diferentes tipos de desafios e como isso influenciou na dinamicidade do jogo. É necessário que haja uma narrativa que envolva e engaje os participantes, no entanto, o diferencial é a possibilidade de criação, seja de desafios complexos, pistas secretas ou pequenas atividades que resultará na construção de um jogo altamente estimulante (CLEOPHAS, 2019).

Na pergunta 14, “O jogo abordou um tema central: Tratamento de esgoto. Comente sobre suas facilidades e dificuldades em resolver os desafios relacionado a essa temática.”, as respostas dessa questão resgataram os critérios de relevância, satisfação e desafio.

Estudante 2. *É um assunto que não me é muito atrativo, porém eu gosto de jogos de quebra cabeça, caça palavras, entre outros, então essa mistura me ajudou a ter vontade de aprender um pouco sobre e também facilitou durante as atividades. O que dificulta é só o externo, que tenho coisas mais para fazer que atrapalham.*

Estudante 7. *O tema foi algo novo para mim, não é algo que eu costumo pesquisar sobre, considero um ponto positivo, pois o jogo me fez pesquisar e aprender coisas novas sobre o processo de tratamento de esgoto, não tive muitas dificuldades, mas as facilidades que encontrei diante de uma nova temática é o fato de que o jogo apresentou materiais que ajudaram a conceituação, assim como: o vídeo no desafio 1, a descrição do tratamento secundário e terciário no desafio 6, estes fatores contribuíram bastante para o meu entendimento.*

Estudante 9. *O jogo teve desafios interessantes e bem elaborados o que acabou facilitando a experiência, enquanto que a dificuldade foi o tempo dos desafios e conseguir adequar isso com a rotina.*

Remetendo novamente ao desafio 3, os estudantes foram questionados sobre seu conhecimento acerca da temática de tratamento de esgoto, e em resposta, os estudantes 2, 7 e 9, afirmaram não possuir conhecimento sobre o tema. Quanto à pergunta 14 do questionário final, os mesmos estudantes se mostraram satisfeitos e felizes com seu desenvolvimento no jogo.

O estudante 2, por exemplo, comentou sobre seu pouco contato com esse conteúdo, mas que ao realizar os diversos tipos de atividades e desafios presentes

no ARG, foi possível desenvolver a vontade de aprender um pouco mais sobre o assunto. Da mesma forma o estudante 7, que enfatiza a existência e importância dos materiais disponibilizados que favoreceram o desenvolvimento dos desafios e o ajudou no processo de construção dos seus próprios conceitos.

Na questão de número 15, “De que forma os desafios apresentados no ARG-LUTE puderam auxiliar na contextualização e compreensão dos conteúdos estudados nas diversas disciplinas do curso de Química - Licenciatura?”, foi possível observar a existência do tópico de relevância.

Estudante 3. *Contribuiu no aspecto de me possibilitar refletir sobre ações como docente, no sentido de pensar formas alternativas de implementar abordagens diferentes dentro da sala de aula.*

Estudante 4. *Ajudou bastante a lembrar alguns conteúdos vistos em semestres passados, como separação de misturas, bioquímica, dentre outros assuntos. Além de possibilitar fazer comparações com o tratamento da água vinda das barragens.*

Estudante 7. *Os desafios auxiliaram na contextualização dos conteúdos justamente por trazer uma situação cotidiana na qual são empregados vários conceitos e processos que aprendemos durante as disciplinas do curso, consegui lembrar conteúdos vistos nas disciplinas de Química geral, Química orgânica e Química analítica.*

Por meio das respostas é interessante observar a importância da contextualização dos conteúdos de química, que objetiva ilustrar onde tudo aquilo que é visto em sala de aula é empregado. Nesse viés, o estudante 3 apresenta uma perspectiva diferente dos outros estudantes, os quais demonstraram conseguir associar o que foi visto durante as aulas no processo de tratamento de esgoto. Ele, por sua vez, viu no ARG uma possibilidade de implementação em sua prática docente. Faz-se necessário que os futuros professores tenham acesso a diferentes propostas metodológicas, para que assim consigam analisar o que realmente se faz efetivo. E os jogos se mostram como uma ótima ferramenta para o ensino, tal fato se justifica no grande aumento de trabalhos publicados nos eventos de jogos e atividades lúdicas (SOARES, 2016).

Em relação à pergunta 16, “Como você acha que ações, como as realizadas no ARG-LUTE, podem contribuir para a aprendizagem (e para o ensino também),

seja na perspectiva dos conteúdos específicos, ambientais, ou em relação ao ensino de química.”, pode-se observar nas respostas a retomada dos aspectos de relevância e imersão.

Estudante 6. *As ações realizadas como a do ARG - LUTE são capazes de fazer ligação dos conteúdos na perspectiva do ensino e aprendizagem, e a sua realidade em específico. Fazendo você olhar o seu próprio ambiente, que muitas vezes é apenas visualizado pelos olhos, e não lido. Como exemplo a atividade de fotografar o esgoto a céu aberto, onde fui instigado a olhar com outros olhos para a minha realidade.*

Estudante 7. *Acho que as ações realizadas contribuem muito no sentido de nos atentarmos aos problemas reais que permeiam o contexto no qual estamos inseridos, em um dos desafios foi solicitado uma busca pela vizinhança de locais com esgoto a céu aberto, algo que é tão recorrente, porém passa a ser normalizado, esse tipo de situação precisa ser apontado, problematizado, pois sabemos que um saneamento básico é também uma questão que envolve a saúde pública.*

Estudante 8. *O ARG é um jogo que ao ser utilizado como ferramenta de ensino aprendizagem pode contribuir positivamente, pois, além de conseguir englobar temáticas importantes, os conteúdos podem ser inseridos de formas diversas, através de caça palavras, quebra-cabeça, mapa mental... dessa forma, o interesse de quem está jogando se torna maior, devido ao quesito da competitividade também. Quando um desafio é lançado, queremos fazer de forma correta e dentro do prazo determinado para garantir os pontos e ao final do jogo, ganhar. Dessa forma, creio que essas características que fazem parte do ARG contribuem para o ensino aprendizagem de forma positiva.*

É possível perceber a importância atribuída à temática escolhida, além da percepção de contextualização do conteúdo. Pode-se afirmar que houve um processo de conscientização e a inclusão de situações reais do dia a dia, da necessidade de sair da zona de conforto e observar o seu entorno favoreceu esse aspecto.

A pergunta de número 17, “O jogo despertou seu interesse? Você achou o tema abordado interessante?”, traz à tona novamente o aspecto de relevância.

Estudante 1. *Sim, é um contexto que está presente no meu dia a dia então achei interessante.*

Estudante 4. *Sim, sim. Achei interessante porque ainda não havia visto ninguém fazer TCC sobre isso, é uma proposta nova e diferente.*

Estudante 9. *Sim, o tema é de extrema importância, pois pode ser utilizado no aspecto educacional assim como também se trata de uma questão básica que pode ajudar a população.*

A utilização da temática sobre tratamento de esgotos ainda é pouco discutida. No entanto, apresenta uma importância social e ambiental muito grande, além disso, possui uma riqueza de possibilidades ao abordar conhecimentos específicos e interdisciplinares. Sendo assim, se faz necessário perceber a necessidade de informação a respeito desse tratamento, pois apresenta uma alta complexidade, carecendo de profissionais das mais diversas áreas do conhecimento (BRITTO et al., 2012). A utilização desses conceitos em sala de aula é uma ótima alternativa para tornar público o conhecimento sobre o tratamento de esgoto.

Para a pergunta de número 18, “Ao fim do jogo, você sentiu que aprendeu coisas novas e aplicáveis a grande área da química? Justifique.”, temos os critérios de imersão, desafio e relevância.

Estudante 3. *Sim. No que tange o ensino, percebi que assim como eu fiquei envolvido em alguns desafios, os alunos poderiam sentir o mesmo. Além de compreender os conceitos apresentados, abriu portas para implementação do conteúdo dentro da sala de aula.*

Estudante 4. *Sim, deu até vontade de ir trabalhar/visitar uma ETA ou ETES pra conhecer de perto os tratamentos.*

Estudante 7. *Sim, os principais conceitos novos que aprendi envolvendo a química foram relacionados aos diversos tipos de processos para desinfecção da água e os processos de separação de resíduos.*

Ao analisar estas respostas, pode-se afirmar que é possível haver ensino e aprendizagem para além do ensino tradicional. E que novas metodologias devem ser desenvolvidas, aplicadas e avaliadas. Não é necessário limitar-se, se o objetivo é o desenvolvimento do conhecimento.

Na pergunta 19: “Especificamente sobre proposta e dinâmica do jogo ARG, qual sua avaliação em relação à contribuição que ele tem ou pode ter para sua vida acadêmica?” Foram retomadas a atenção, confiança imersão e diversão, além de aspectos relacionados à aprendizagem.

Estudante 2. *Diversão e descontração. O ARG leva pra outra dimensão, uma mais calma, mais fácil de resolver os problemas.*

Estudante 7. *A proposta e dinâmica do jogo foram muito interessantes e atrativas, contribuem na vida acadêmica no sentido de abordar uma temática de forma que difere do convencional, tornando de maneira mais leve e fácil a absorção dos conteúdos.*

Estudante 8. *Na nossa formação enquanto professores e acadêmicos, creio que o ARG é uma ferramenta extremamente útil na atualidade, para a abordagem de vários conteúdos e temáticas, pois, ele foge do sistema e ensino tradicional. Creio que a utilização do ARG é uma forma de revolucionar o mundo dos jogos, utilizando temas e conteúdos educacionais, além de promover uma aprendizagem significativa.*

O estudante 2 traz em sua resposta uma afirmação muito pertinente relacionado a uma das características principais do ARG, que em definição é um jogo de realidade alternativa, e de fato a intenção é de que você se sinta imerso em uma nova realidade junto ao que está sendo discutido no jogo. E isso acontece de forma que o ARG se apropria da sua vida real, trazendo problemas e situações reais (CLEOPHAS, 2019)

Além disso, foi citado sobre o ARG ser um ambiente mais leve para o desenvolvimento e absorção dos conteúdos. Isso se dá pois, por meio da utilização de jogos, há o desenvolvimento de um ambiente propício para investigações e descobertas, que se apoia no erro para a real construção do conhecimento (KISHIMOTO, 2017)

Por fim, na questão 20, “Finalmente, você tem alguma crítica ou sugestão em relação às atividades do ARG-LUTE (exemplos: mais ou menos atividades, desafios mais ou menos difíceis/trabalhosos, maior variedade de desafios etc.)?”, foi solicitado que os estudantes dissertassem livremente sobre seus anseios, opiniões, dicas e o que achassem necessário de forma a contribuir com a proposta metodológica.

Estudante 3. *A minha sugestão é de que atividades como caça palavras, quebra cabeça e etc. se possível, fossem aplicadas no início, para que os discentes possam ficar ainda mais envolvidos com os desafios desde o princípio*

Estudante 5. *Desafios mais difíceis, porém, apenas como pontuação extra afim de evitar desistências em desafios muito difíceis. Inclusive a pontuação extra não precisa ser muito vantajosa, mas só pelo fato de poder permitir um desempate já estimula o aluno a tentar.*

Estudante 8. *Primeiramente, parabenizar pelo excelente trabalho! Foi muito bom! Em relação às atividades, não tenho o que reclamar, na minha opinião, foram muito bem pensadas e criadas de acordo com o nível de conhecimento necessário para resolver. O nível dos desafios também foi de acordo com as informações que tínhamos, além de todos serem variados, nada repetitivo, o que ajuda a gerar um maior interesse.*

A fim de buscar melhorias e possíveis adaptações, foi proposto este último questionamento. As respostas oscilaram entre nenhuma crítica ou sugestão, maiores prazos, inclusão de determinados desafios no início do jogo e adição de desafios mais difíceis com o objetivo de aumentar a capacidade de desempate.

Todas as contribuições são de suma importância e devem ser analisadas e avaliadas para uma melhor composição e aperfeiçoamento do jogo. No entanto, todas as discussões realizadas até aqui mostram o quanto essa metodologia pode ser eficaz no processo de ensino aprendizagem e na fuga do ensino tradicionalista.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Face aos resultados apresentados e discutidos neste trabalho, mediante a análise realizada, é possível concluir que o jogo “ARG – Liga Universal de Tratamento de Esgoto” apresenta um potencial relevante no tocante à compreensão do emprego dos processos físicos, químicos e biológicos.

Verifica-se que os objetivos propostos foram atendidos, uma vez que por meio do desafio 3 houve a investigação do conhecimento dos estudantes acerca do tratamento de esgoto; e com o desafio final ocorreu a avaliação do uso do recurso lúdico ARG (*Alternate Reality Game*) no auxílio da contextualização dos processos existentes no tratamento de esgoto.

A abordagem metodológica pautada em um jogo de realidade alternativa foi bem aceita quando analisada a interação durante a aplicação e as respostas disponibilizadas no questionário. Foi possível perceber a presença de aspectos como: capacidade de imersão, diversidade dos desafios, autonomia, pensamento crítico, desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, como também, a alfabetização midiática.

Já em relação à temática abordada no jogo, apesar de se tratar de um assunto pouco discutido, os participantes se mostraram entusiasmados. Eles foram capazes de relacionar as etapas de tratamento com os conteúdos estudados na graduação, além de trabalharem, inevitavelmente, com uma abordagem ambiental e interdisciplinar.

Dessa forma, por meio desta pesquisa, percebe-se a necessidade do fomento de metodologias inovadoras no ensino de ciências, com destaque para o ensino de Química. O ARG-LUTE se apresentou como importante estratégia de ensino e contextualização, podendo ser trabalhado em sala de aula como forma de minimizar as dificuldades existentes junto ao ensino tradicionalista.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. O Sistema de Esgoto Sanitário. *In*: NUVOLARI, A. (org.). **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011, p. 59-64.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; [...] Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 07 de maio de 2022.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 07 de maio de 2022.

BRITTO, A. L. N. P. et al. Da fragmentação à articulação. A política nacional de saneamento e seu legado histórico. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 14, n. 1, p. 65-83, 2012.

BUCZENKO, G. L. **Saneamento básico no Brasil**: uma preocupação atual e futura. Central de Notícias Uninter. 2019. Disponível em: <https://www.uninter.com/noticias/saneamento-basico-no-brasil-uma-preocupacao-atual-e-futura>. Acesso em: 28/07/2022.

CHECHI, A.; SANTOS, M. S. B.; CLEOPHAS, M. G. Jogo de Realidade Alternativa (ARG): Apresentação e Considerações sobre a construção do desenho “Upando na Química”. *In*: **XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIX ENEQ)**, 19, 2018, Rio Branco, AC. Anais... Rio Branco, AC, 2018, p. 219-230.

CLEOPHAS, M. G. ALTERNATE REALITY GAME (ARG): Breve Histórico, Definições e Benefícios para o Ensino e Aprendizagem da Química. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, p. 335-343, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_4/05-EQM-75-18.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2022.

CLEOPHAS, M. G. et al. Jogo de Realidade Alternativa (arg) como Estratégia Avaliativa no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1702>. Acesso em: 14 de abril de 2022.

CLEOPHAS. M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; LEÃO, M. C. Jogo de realidade alternada (ARG): uma proposta para a construção de conhecimentos químicos.

Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. Extra, p. 3957-3962, 2017.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E.L.D; LEÃO, M. C. Jogo de realidade alternativa (ARG) como estratégia didática inovadora no ensino de química. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2018, p. 1-12.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F, B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (org.). **Didatização lúdica no ensino de química/ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 33-43.

CLEOPHAS, M. G; CHECHI, A. Alternate reality game (arg) y steam: aprendizaje multidisciplinario en la enseñanza de química. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2020.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. **Esgotamento Sanitário**. [S. l.: s. n.: s.d.] Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/esgotamento-sanitario/>. Acesso em: 14 de abril de 2022.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.4, n. 2, p. 92-98, maio 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2022.

DEUS, T. C. de; SOARES, M. H. F. B. O Jogo de Realidade Alternada curto (*SHORT ARG*) como estratégia de discussão de conceitos químicos em nível superior. **Química Nova**, v. 43, p. 362-370, 2020.

FELÍCIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da intencionalidade à responsabilidade lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.

GARCEZ, E. S. C. O Lúdico em Ensino de Química: um estudo do estado da arte. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**, 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KISHIMOTO, T. M. O Jogo e a Educação Infantil. IN: **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. KISHIMOTO, T. M. (org). São Paulo: Cortez Editora, 2017.

MARA, D. **Domestic wastewater treatment in developing countries**. Routledge, 2004.

MARCONDES, J. G. **Tratamento de efluentes**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Química) Fema - Fundação Educacional do Município de Assis - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis-Campos José Santilli Sobrinho". São Paulo, 2012. Disponível em:

<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290473.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2022.

METCALF, L., EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. McGraw Hill Brasil, 2016.

MURTHA, N. A.; CASTRO, J. E.; HELLER, L. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, p. 193-210, 2015.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996. Disponível em: https://www.academia.edu/download/54648986/PESQUISA_QUALITATIVA_CARACTERISTICAS_USO.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2022.

NUVOLARI, A. (coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco químico: um jogo de tabuleiro, cartas, dados, compras e vendas para o ensino do conceito de soluções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, p. 285-293, 2015.

ROCHA, K. N. et al. Q-LIBRAS: um jogo educacional para estimular alunos surdos à aprendizagem de Química. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1-14, 2019.

ROSITO, A. C. **Do Planasa ao Planasb: Os últimos 50 anos da água e do esgoto no Brasil**, Disponível em: https://www.sgpam.com.br/sites/default/files/artigo_50_anos_agua_e_esgoto_brasil_carosito.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G.; ULBRICHT, V.; VANZIN, T. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**. Vol. 8, n. 3, 2010.

SOARES, M. H. F.B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **Revista debates em Ensino de Química**, v. 2, n.2, p. 5-13, 2016.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2005.

WANGENHEIM, C. G.; SAVI, R.; BORGATTO, A. F. DELIVER! – An educational game for teaching Earned Value Management in computing courses. **Information and Software Technology**. Vol. 54, p. 286-298, 2012

WANGENHEIM, C. G.; SAVI, R.; BORGATTO, A. F. SCRUMIA – An educational game for teaching SCRUM in computing courses. **The Journal of Systems and Software**. Vol. 86, p. 2675-2687, 2013

WANGENHEIM, C. G. *et al.* Project detective – a game for teaching earned value management. **Int. J. Teaching and Case Studies**. Vol. 5. n.3/4, p. 216-234, 2014

WATANABE, M.; RECENA, C. P. R. Memória orgânica – Um jogo didático útil no processo de ensino e aprendizagem. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, MS, **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0913-1.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

APÊNDICE A – Questionário Desafio 3

ARG - LUTE

DESAFIO 3: Primeiras impressões

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

E-mail *

Sua resposta

1. Até o momento, qual(is) sua(s) impressão(ões) sobre o ARG-LUTE? *

Sua resposta

2. Você já conhecia o funcionamento do tratamento de esgoto? *

Sua resposta

3. Comente, em linhas gerais, como ARG-LUTE auxiliou na compreensão dos processos envolvidos no tratamento de esgoto até o presente momento. *

Sua resposta

4. Em geral, comente sobre suas maiores dificuldades com o ARG-LUTE. *

Sua resposta

5. Você tem alguma crítica ou sugestão para as atividades do ARG-LUTE? *

Sua resposta

Enviar [Limpar formulário](#)

APÊNDICE B – Questionário Desafio Final



ARG - LUTE

ARG - LUTE

DESAFIO FINAL: Avaliação final

Olá, jogadores e jogadoras

Chegamos ao último desafio do ARG, e nós, da Liga Universal de Tratamento de Esgoto esperamos que a experiência tenha sido satisfatória.

Gostaria de dizer que sim, você foi selecionado(a) para fazer parte da Liga Universal de Tratamento de Esgoto (ARG-LUTE), seu esforço e dedicação foram notáveis e nada mais justo que a sua convocação, PARABÉNS.

Claro que, antes do encerramento, como uma última missão a cumprir, queremos saber a sua opinião em relação a toda essa aventura. Você demonstrou suas primeiras opiniões/impressões no desafio 3, lá no começo dessa jornada. Agora almejamos saber suas últimas impressões/sugestões.

Nas questões abaixo (1 a 12) a numeração está relacionado aos seguintes graus de concordância:

- 1- Discordo totalmente
- 2- Discordo
- 3- Indiferente
- 4- Concordo
- 5- Concordo totalmente

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

E-mail *

Sua resposta _____

1. Houve algo interessante no início do jogo (ARG) que chamou a minha atenção. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

2. O conteúdo do jogo não é relevante/importante para os meus interesses. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

3. Ao avançar nas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

4. Eu achei fácil o jogo e me ajudou para entender o assunto. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

5. Por algum tempo me esqueci do "mundo real" e consegui ficar totalmente concentrado no jogo. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

6. O jogo evolui num ritmo adequado e não fica cansativo – oferece novos desafios, situações e variações de atividades. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

7. Este jogo é bom para mim, as questões não são nem muito fáceis, nem muito difíceis. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

8. Senti que o jogo promoveu momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participaram. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

9. Não consegui me divertir com o jogo, achei chato. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

10. Depois do jogo eu consigo lembrar de mais informações relacionadas à temática apresentada. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

11. Depois do jogo eu consigo entender/compreender melhor sobre a temática vista no jogo. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

12. Achei o jogo importante para a minha aprendizagem, pois poderei aplicar os conhecimentos na minha vida real. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

13. Ao final desses 5 dias, qual(is) sua(s) impressão geral/final sobre o ARG-LUTE? *

Sua resposta _____

14. O jogo abordou um tema central: Tratamento de esgoto. Comente sobre suas *
facilidades e dificuldades em resolver os desafios relacionado a essa temática.

Sua resposta

15. De que forma os desafios apresentados no ARG-LUTE puderam auxiliar na *
contextualização e compreensão dos conteúdos estudados nas diversas
disciplinas do curso de Química - Licenciatura?

Sua resposta

16. Como você acha que ações, como as realizadas no ARG-LUTE, podem *
contribuir para a aprendizagem (e para o ensino também), seja na perspectiva
dos conteúdos específicos, ambientais, ou em relação ao ensino de química.

Sua resposta

17. O jogo despertou seu interesse? Você achou o tema abordado interessante? *

Sua resposta

18. Ao fim do jogo, você sentiu que aprendeu coisas novas e aplicáveis a grande *
área da química? Justifique.

Sua resposta

19. Especificamente sobre proposta e dinâmica do jogo ARG, qual sua avaliação *
em relação à contribuição que ele tem ou pode ter para sua vida acadêmica?

Sua resposta

20. Finalmente, você tem alguma crítica ou sugestão em relação às atividades *
do ARG-LUTE (exemplos: mais ou menos atividades, desafios mais ou menos
difíceis/trabalhosos, maior variedade de desafios etc.)?

Sua resposta

Enviar

Limpar formulário