



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RAMON TEIXEIRA BRITO

**ATIVIDADE LÚDICA NA ESCOLA: A ECOLOGIA DO FILO CYANOBACTERIA E
SUA RELAÇÃO COM O MONITORAMENTO DA CAGECE**

FORTALEZA

2023

RAMON TEIXEIRA BRITO

**ATIVIDADE LÚDICA NA ESCOLA: A ECOLOGIA DO FILO CYANOBACTERIA E
SUA RELAÇÃO COM O MONITORAMENTO DA CAGECE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará como requisito complementar para obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas, sob orientação da professora Dra. Erika Freitas Mota.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Erika Freitas Mota.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B877a Brito, Ramon Teixeira.
Atividade lúdica na escola : a ecologia do filo Cyanobacteria e sua relação com o monitoramento da Cagece / Ramon Teixeira Brito. – 2023.
59 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Erika Freitas Mota.

1. Cianobactérias. 2. Ferramentas lúdicas. 3. Ensino médio. I. Título.

CDD 570

RAMON TEIXEIRA BRITO

**ATIVIDADE LÚDICA NA ESCOLA: A ECOLOGIA DO FILO CYANOBACTERIA E
SUA RELAÇÃO COM O MONITORAMENTO DA CAGECE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 10/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Erika Freitas Mota (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Watson Arantes Gama Júnior
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dedico a todos aqueles com quem aprendi e
àqueles a quem eu pude ensinar.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por, diante dos meus esforços, me oportunizar estudar em uma grande e renomada instituição como a Universidade Federal do Ceará.

Aos professores, tanto do ensino médio como da graduação, que foram fundamentais em minha jornada acadêmica. Abraço especial para o Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva, pelos conselhos e conversas que direcionaram meu percurso repleto de experiências valiosas. Outro abraço especial para a Prof^a. Dr. Erika Freitas Mota, que aceitou meu convite para orientação do Trabalho de Conclusão do Curso, e pude contar com sua enorme experiência e competência na licenciatura.

Aos meus pais que sempre apoiaram as minhas escolhas e se esforçaram para que eu tivesse uma boa qualidade de ensino. Aos meus primos Mikael e Emily, dois queridos, com quem sempre posso contar.

Ao meu grupo de amigos de escola e minhas amigas de faculdade, em especial Victória, Talita e Letícia, a vida com vocês é mais leve.

Aos meus companheiros de trabalho e amigos do Laboratório de Hidrobiologia, especialmente Maria Luiza, que me ajudou muito durante esse percurso, além de ser uma grande amiga.

“Satisfeita uma curiosidade, a capacidade de inquietar-me e buscar continua em pé. Não haveria existência humana sem a abertura de nosso ser ao mundo, sem a transividade de nossa consciência.” (FREIRE, 2018, p. 85).

RESUMO

É notório que o ensino sobre cianobactérias, o tratamento dado a água e as questões que as envolvem na saúde pública e ambiental, ainda são pouco discutidas no ensino médio. O presente trabalho busca observar de forma lúdica a construção do conhecimento básico acerca desse tema e divulgar a importância do monitoramento feito pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE). Este estudo ocorreu com alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Fortaleza. Tomando como pilar a Base Nacional Comum Curricular. Inicialmente aplicou-se uma aula expositiva dialogada, dividida em dois momentos, com o auxílio de modelos didáticos de células e do jogo digital *Ciano Quiz*. Foram adotados dois questionários para a coleta de dados, mesclando questões abertas e fechadas. Um questionário pré-aula foi aplicado no primeiro encontro, com intuito de apurar a afinidade dos alunos com o conteúdo. Logo após, iniciou-se a aula expositiva dialogada com a assistência de modelos didáticos de cianobactérias. No segundo encontro, a turma dividiu-se em grupos e foi aplicado o jogo *Ciano Quiz*, com 10 questões. Na sequência, os alunos responderam um questionário final, o qual buscou avaliar se as atividades trabalhadas agregaram conhecimentos aos educandos. Os dados coletados foram analisados pelo método qualitativo e utilizou-se a análise de conteúdo de Laurence Bardin para se examinar as questões subjetivas. Na avaliação das respostas, observou-se que os alunos compreenderam a ligação entre o descarte inadequado de lixo e as florações de cianobactérias. Para além disso, ressaltaram a importância da água e da CAGECE, no que compete a prevenção de doenças e a qualidade do recurso hídrico, a realização de pesquisas científicas e o zelo ao meio ambiente. Portanto, impõe a constatação de que o emprego de modelos didáticos e jogos promove a assimilação de conceitos abstratos, a socialização entre os educandos e estimula o entusiasmo durante o processo de ensino-aprendizagem. Almeja-se que com os resultados deste trabalho os educadores possam se inspirar e incrementar mais ferramentas que contribuam para transportar os alunos ao centro da prática docente.

Palavras-chave: cianobactérias; ferramentas lúdicas; ensino médio.

ABSTRACT

The teaching about cyanobacterium, the water treatment and the issues involving them in public and environmental health are still notoriously little discussed on high school. The present work aims to observe by a playful way the construction of basic knowledge about this topic and publicize the importance of the monitoring accomplished by the Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE). This study was carried out with students from a 2nd year at a Public High school class at basing on the Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Initially a dialogued expository class was applied, divided into two moments, with the support of didactic models of cells and the digital game Ciano Quiz. Two questionnaires were adopted for data collection, mixing open and closed questions. A pre-class questionnaire was applied in the first meeting, with the purpose to determine the student's affinity with the subject. Soon after, the dialogued expository class was started with assistance of didactic models of cyanobacteria. In the second meeting, the class was divided into groups and the Ciano Quiz game was applied, with 10 questions. Then, the students answered a final questionnaire, which intended to assess if the activities worked added knowledge to students. The collected data were analyzed through qualitative method and the Laurence Bardin's content analysis was used to examine the subjective questions. Evaluating the answers, it was observed that the students understood the connection between inadequate waste disposal and cyanobacterial blooms. In addition, they highlighted the importance of water and CAGECE in terms of disease prevention and the quality of the water resource, scientific research conduction and caring for the environment. Therefore, it is proposed that the use of didactic models and games promotes the assimilation of abstract concepts, socialization among students and stimulates enthusiasm during the teaching-learning process. After obtaining the results of this work, it is hoped educators can be inspired and increase more tools that contribute to transporting students to the center of teaching practice.

Keywords: Cyanobacteria. Ludic tools. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo didático de <i>Microcystis</i> sp.	26
Figura 2 – Modelo didático de <i>Raphidiopsis</i> sp.	27
Figura 3 – Modelo didático de <i>Pseudanabaena</i> sp.	27
Figura 4 – Modelo didático de <i>Merismopedia</i> sp.	28
Figura 5 – Tela inicial Ciano Quiz	29
Figura 6 – Plaquinhas do jogo	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – 1ª questão do Questionário Pré-aula	31
Gráfico 2 – 2ª questão do Questionário Pré-aula	32
Gráfico 3 – 3ª questão do Questionário Pré-aula	33
Gráfico 4 – 4ª questão do Questionário Pré-aula	33
Gráfico 5 – 1ª questão do Questionário Pós-aula	37
Gráfico 6 – 3ª questão do Questionário Pós-aula	37
Gráfico 7 – 5ª questão do Questionário Pós-aula	38

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
ETA	Estação de Tratamento
GECOQ	Gerência de Controle da Qualidade do Produto
PcD	Pessoas com deficiência
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPP	Projeto Político Pedagógico
PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
SAA	Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano
SAC	Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano
TCTs	Temas Contemporâneos Transversais

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – 5ª questão do questionário Pré-Aula	34
Quadro 2 – 2ª Questão do Questionário Pós-Aula	39
Quadro 3 – 4ª Questão do Questionário Pós-Aula	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 A água como recurso	15
2.2 Cianobactérias	15
2.3 Monitoramento e distribuição da água	18
2.4 Parâmetros Curriculares Nacionais e Base Nacional Comum Curricular.....	18
2.5 O uso de modelos didáticos e jogos na perspectiva do ensino	21
3. METODOLOGIA	24
3.1 Modelos didáticos de cianobactérias em massa de modelar	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A – PLANO DE AULA	52
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-AULA	55
APÊNDICE C - PERGUNTAS APRESENTADAS DO JOGO <i>CIANO QUIZ</i>	57
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS-AULA	59

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento imprescindível para a existência da vida em nosso planeta. O ser humano se constitui em cerca de 70% de água, mas há organismos que chegam até 99%, como algumas águas-vivas (PEREIRA; FERRÃO-FILHO, 2017). Estes mesmos autores dissertam sobre nossa necessidade de água para as mais diversas atividades humanas e por meio desta podemos perceber o desenvolvimento das sociedades. Por tempos acreditou-se que por ser abundante, a água era também infinita. Regiões que possuíam grandes reservas, seja em forma de rios e lagos, ou lençóis subterrâneos, vivenciaram períodos de boa prosperidade e expansão, através do marco da revolução agrícola. Todavia o crescimento demográfico, aliado à falta de zelo, prejudicaram a qualidade e quantidade de água potável disponível. Como um recurso natural, porém finito, muitos são os esforços governamentais para sua proteção e para conscientizar a população quanto ao seu uso (PEREIRA; FERRÃO-FILHO, 2017).

O Brasil conta com o saneamento básico como um direito dentro da constituição federal, que recebe ainda suporte da Lei nº. 11.445/2007, estabelecendo acerca do grupamento de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2007). Para gerir de forma eficiente a distribuição de água e tratar os resíduos provenientes do esgoto, torna-se necessário a criação de estações de tratamento (ETA) (MICHELAN *et al.*, 2019). Os autores trazem que o tratamento de água se traduz em realizar processos físico-químicos que tornem a água passível ao consumo, logo a ETA opera no sentido de transformar a água bruta em água potável. A Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE é a instituição responsável no estado do Ceará por gerir essas atividades. Dentre as 160 ETAs, duas encontram-se em Fortaleza, a ETA Oeste e a ETA Gavião (CAGECE, 2023).

Um outro procedimento, de cunho biológico, e tão importante quanto o tratamento físico-químico, é o monitoramento de fitoplâncton potencialmente nocivo. De acordo com Melegari *et al.* (2010), o despejo de efluentes domésticos e industriais nos mananciais, altera a quantidade de nutrientes nesses ambientes, provocando uma eutrofização. Isso acarreta a liberação de nitrogênio, fósforo e potássio que são fundamentais na proliferação das algas. Alguns grupos fitoplanctônicos possuem indivíduos que mudam o gosto e o odor da água, modificando sua palatabilidade e o ecossistema em questão. Outros grupos são capazes de produzir toxinas, como

é o caso das cianobactérias. Esses procariontes liberam toxinas (cianotoxinas) na água, configurando um grande risco à saúde. As cianotoxinas são extremamente solúveis e não podem ser extraídas pelo sistema de tratamento convencional (MELEGARI *et al.*, 2010). O Laboratório de Hidrobiologia, localizado no Laboratório Central da CAGECE, realiza o monitoramento biológico de cianobactérias e cianotoxinas, recebendo amostras de todo o estado.

À vista disso, e baseado em uma vivência pessoal no laboratório citado, pude refletir sobre a significância do tema. Em minha vida escolar tive pouco contato com o conteúdo de fitoplâncton e cianobactérias em si. Seu papel primário nos primórdios da Terra, possibilitando a dispersão de formas de vida que utilizam o oxigênio, a atribuição dada na teoria endossimbiótica como precursoras de algas e plantas, e o fato de serem a base da cadeia alimentar em ambientes aquáticos, foram conhecimentos importantíssimos que tive maior elucidação fora da escola, buscando entender as dinâmicas do planeta. Assim, é imprescindível que a temática “água” seja abordada nas escolas com ênfase nas problemáticas enfrentadas no cotidiano, focando o papel do homem como agente transformador e responsável pelos recursos hídricos. Nesse contexto, documentos referenciais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), através dos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), orientam os professores a estimular o papel do aluno como sujeito primordial na resolução de problemas socioambientais, capacitando-os para o reconhecimento de obstáculos, para o trabalho em suas comunidades, a adoção de práticas sustentáveis (BRASIL, 2022).

O ensino sobre os obstáculos ligados ao tratamento da água é fundamental para conscientizar o sujeito sobre seu caráter finito e essencial à vida. O discernimento associado ao trabalho da CAGECE, mais precisamente do Laboratório de Hidrobiologia, acerca das cianobactérias, é importantíssimo para o conhecimento e formação do estudante, pois incide em dois tópicos de interesse futuro global: saúde pública e preservação ambiental. Desse modo, mostra-se fundamental observar o nível de conhecimento dos estudantes do ensino médio, no que se refere ao monitoramento das cianobactérias e comunicar o papel primordial da CAGECE nas análises biológicas da água. Portanto, este estudo objetiva analisar a construção do conhecimento elementar em estudantes do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública de ensino médio em Fortaleza, sobre a importância ecológica das cianobactérias e do seu monitoramento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A água como recurso

Os recursos hídricos são de fundamental importância para a constituição e perpetuação dos seres vivos na Terra. Tais recursos assumiram papel singular no desenvolvimento das sociedades, sendo utilizados para o consumo humano, geração de energia, agricultura e aquicultura, além de atividades como turismo e lazer no entorno de praias e rios. O uso indiscriminado e a falta de zelo podem acarretar escassez e poluição dos corpos d'água, prejudicando assim sua integridade (MORAES; JORDÃO, 2002).

Garcia *et al.* (2020) apontam que bacias hidrográficas representam áreas de enorme interesse social para a utilização dos recursos hídricos, visto a capacidade de manejo e exploração desse espaço. Um ponto importante é que tais áreas propiciam uma melhor vigilância quanto a impactos de caráter natural ou antrópico. Quando essas ações se tornam muito danosas, transformando ao estado de inviabilizar o uso proposto à água, é crucial discernir e introduzir procedimentos que visem reestabelecer de forma mais natural possível a qualidade desses ambientes (GARCIA *et al.*, 2020). De acordo com a ISO 14.001:2015, impacto ambiental se configura como o resultado de “atividades, produtos e serviços”, realizados por determinada organização ou empresa. Seria qualquer modificação em um certo ambiente natural, que tem como a ação do homem seu ponto chave. Tais impactos podem ter uma perspectiva benéfica para o ambiente, seja de caráter socioeconômico, físico ou biológico (SÁNCHEZ, 2020, p.28). Um planejamento para monitorar e analisar a qualidade de água de determinado manancial ou reservatório, a coleta e tratamento de esgoto, são exemplos que terão como frutos a recuperação de um corpo hídrico e benefícios à saúde pública.

2.2 Cianobactérias

Os microrganismos, mais precisamente bactérias e arqueas, ocupam a Terra há bilhões de anos e foram os primeiros seres a povoar o planeta. Eles ofereceram as condições atmosféricas necessárias para que os demais grupos de seres vivos pudessem expandir e diversificar-se pelo mundo. Possuem um papel chave no ciclo de compostos orgânicos cruciais à vida. Diferentemente dos eucariontes, que possuem o material genético envolto no núcleo, as bactérias

são conhecidas como procariontes porque possuem seu DNA cromossômico enovelado dentro da célula, formando o nucleíode (MADIGAN, 2016, p. 02-24). Os autores ainda descrevem que muitas bactérias apresentam fragmentos de DNA circular denominados plasmídeos que estão associados a atividades metabólicas secundárias, como resistência a antibióticos ou a colonização de hospedeiros. Isso facilitou que mutações ocorressem e permitiu que as bactérias desenvolvessem uma fisiologia diversa. Há bactérias que utilizam compostos orgânicos em seu metabolismo (quimiorganotróficos), outras que usam compostos inorgânicos (quimiolitotróficos), e até bactérias que são fotossintetizantes, como as cianobactérias (MADIGAN, 2016, p. 73-105).

Para Sant'Anna (2006), o fitoplâncton é um agrupamento de seres microscópicos que vivem e se distribuem na zona fótica dos oceanos e corpos de água doce, formado por clorofíceas, diatomáceas, dinoflagelados, algas azuis, entre outros. As bactérias fotossintetizantes oxigênicas, conhecidas como *Cyanophyta*, *Cyanobacteria*, cianoprocariontes ou algas azuis, são um filo extremamente diversificado de microrganismos que ocupam esse espaço. A mesma autora retrata que a nomenclatura “algas azuis” vem do fato desses procariontes serem vistos em cor azul ou verde quando observados em microscópio. Isso se dá por conta dos pigmentos encontrados no interior da célula que permitem a fotossíntese, entre eles a clorofila-a, carotenoides, ficocianina, e em algumas espécies a ficoeritrina. Devido a capacidade de algumas espécies produzirem clorofila-b, clorofila-d, além dos pigmentos acessórios citados, esses microrganismos se difundiram, ocupando inúmeros ambientes na Terra (SANT'ANNA, 2006).

As cianobactérias possuem um papel fundamental na diversificação da vida no planeta. Por serem organismos basais, os primeiros com o potencial de realizar fotossíntese oxigênica, as cianobactérias promoveram um aumento gradual do oxigênio disponível na atmosfera. Com isso, as formas de vida sofreram alterações movidas pela seleção natural e surgiram os seres aeróbios, hoje distribuídos em vários ambientes do nosso planeta (DE OLIVEIRA FERNANDES *et al.*, 2009). Outro ponto importante, é que as cianobactérias não possuem cloroplasto, apenas tilacoides. Os tilacoides são membranas que contêm clorofila e outros pigmentos que absorvem a luz, onde ocorre a captação da energia luminosa e a liberação de moléculas de ATP (MADIGAN, 2016, p. 379-432). Acredita-se que a partir da hipótese endossimbiótica, na qual ocorre a integração de um organismo procarionte que realiza fotossíntese a um eucarionte, podemos ter formas de vida fotossintetizantes mais complexas, como alguns procariontes e plantas (MADIGAN, 2016, p. 25-72).

As cianobactérias, assim como outros grupos que compõem o fitoplâncton, passam por um fenômeno chamado “bloom de algas” ou eflorescência algal, que corresponde a um crescimento algal exorbitante. Esse processo pode ser consequência de fenômenos ambientais sazonais, mas que há décadas vem sendo ligado a eutrofização artificial, de cunho antrópico, provocado pela abundância de nutrientes proveniente de esgotos domésticos, rejeitos de indústrias e fertilizantes (MELEGARI, 2010). A autora expõe que a alta quantidade de fósforo, nitrogênio e potássio beneficia alguns microrganismos que se reproduzem de forma acelerada. Essa reprodução intensa tem impactos ecológicos visíveis, como a mudança de composição da biodiversidade do fitoplâncton, com a perda de algumas espécies e o surgimento de outras. Um fato mais alarmante é que alguns organismos acabam produzindo toxinas. Ela descreve ainda, que no caso das cianobactérias, ocorre a produção de cianotoxinas, que se acumulam entre os níveis tróficos e são capazes de extrapolar o ambiente aquático, gerando um problema de saúde pública.

As cianotoxinas são metabólitos produzidos pelas cianobactérias que têm caráter tóxico. Muito se discute acerca da produção de cianotoxinas, entre algumas hipóteses tem-se que é uma forma de defesa a predação pelo zooplâncton, seu principal consumidor, outra diz que a produção está atrelada a fatores ambientais como aumento da quantidade de nutrientes no meio. Isso pode ser explicado também por relações como competição entre as espécies, o que gera a predominância de algumas no ambiente em questão (ALVES, 2005).

Dentre as cianotoxinas mais relevantes estão as microcistinas, cilindrospermopsinas, anatoxinas, nodularinas e as saxitoxinas. Uma característica importante desses metabólitos são sua capacidade de bioacumulação, na qual toda uma complexa rede trófica é afetada, causando problemas como a mortandade de peixes e danos a outros animais que venham a ingerir aquela água. Essas toxinas podem ter efeitos citotóxicos, hepatotóxicos, neurotóxicos e dermatotóxicos, o que acarreta uma grande preocupação quanto a impactos na saúde pública. (ATROCH *et al.*, 2018). No Brasil, um dos casos mais marcantes foi a intoxicação por 60 pacientes que realizavam tratamento de hemodiálise em Caruaru, Pernambuco. Essas pessoas acabaram entrando em contato com a cianotoxina microcistina, através da água utilizada pela clínica no procedimento. Várias pessoas vieram a óbito por insuficiência hepática, e o episódio ficou conhecido como “Tragédia da Hemodiálise” (G1, 2016).

2.3 Monitoramento e distribuição da água

A portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre “procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.” (BRASIL, 2021). O artigo 43 estabelece que os encarregados das unidades de sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA) e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC) necessitam realizar o monitoramento de cianobactérias no que tange a contagem de células e identificação dos organismos, considerando como relevante amostragens anteriores. A clorofila-a também é analisada e valores elevados da mesma influenciam na frequência da contagem de cianobactérias.

A Agência Nacional de Águas - ANA inspeciona rotineiramente a situação da água no Brasil a partir dos dados apurados pelos estados. No estado do Ceará temos a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, que tem como principal função a prestação de serviços no âmbito do saneamento básico na região. No Portal da CAGECE podemos encontrar a seguinte descrição: “A Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (Cagece) foi fundada em 1971, e é uma empresa de economia mista com capital aberto que tem por finalidade a prestação dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto” (CAGECE, 2023). No Laboratório Central, localizado no bairro Pici, Fortaleza – CE, e coordenado pela Gerência de Controle da Qualidade do Produto (GECOQ), é feito o monitoramento de águas de abastecimento e residuais, através de análises físico-químicas e biológicas. Dentre as análises biológicas constam a quantificação de clorofila-a e feofitina-a via espectrofotômetro, realização do teste ELISA - *Enzyme Linked ImmunonoSorbent Assay*, para detecção e quantificação de cianotoxinas, e a contagem de organismos fitoplactônicos em câmara de Sedgewick-Rafter.

2.4 Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular

Alguns documentos norteadores foram precursores no que diz respeito a formação do currículo e os objetivos do ensino, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os PCN foram os primeiros postulados na educação brasileira que buscavam uma abordagem holística, a fim de integralizar conteúdos de diversas áreas e desenvolver um aluno com conhecimentos e habilidades múltiplas a resolução de problemas (HILARIO; CHAGAS, 2020). Os PCN - Ensino

Médios são um compilado de documentos que inicialmente deram base a constituição do currículo nas turmas de ensino médio. Cada escola elabora seu próprio Projeto Político Pedagógico (PPP), adaptando questões à comunidade local onde se insere, e os PCN se propõem a buscar os conteúdos primordiais as práticas pedagógicas, sendo um recurso aos educadores. Esse material se compila em “grandes áreas” do conhecimento, como Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias (BRASIL, 2000). Ainda no escrito, a parte três do material dos PCN se relaciona a Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, e é nela onde encontramos um núcleo de conhecimentos trabalhados durante as aulas de biologia.

A temática “poluição ambiental”, nos variados tipos em que se apresenta (nas cidades ou no campo, no solo, nos recursos hídricos, no ar), não deve ser tratada de forma isolada em sala de aula, visto que meio ambiente, é um tópico de caráter integral que perpassa os assuntos trabalhados dentro da biologia e das próprias ciências exatas. Se mostra extremamente válido um trabalho interdisciplinar e com variados recursos, associando também conteúdos das ciências humanas. Tal problemática se apresenta como uma questão social e não somente de cunho técnico-científico. A interdisciplinaridade trabalhada no tema proporciona o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades complexas por parte dos educandos (BRASIL, 2000).

O propósito aqui vai além da memorização mecânica de nomes ou características, mas sim que os conteúdos que são apresentados aos discentes, cheguem com problemáticas a serem trabalhadas em conjunto, operando com conceitos de diversas áreas, com o ser humano como elemento participante e não apenas observador desse mundo biológico (BRASIL, 2000). O documento solicita que nessa organização o estudante esteja apto a levantar questionamentos, aberto a identificar, dialogar e buscar alternativas para impasses reais, para isso se utilizando de discussões e conceitos que foram apresentados durante as aulas de biologia. Em resumo o ensino atrelado a biologia, está ligado ao desenvolvimento de práticas e princípios que se baseiam em relações harmoniosas e sustentáveis entre a sociedade, o elo que ela estabelece com o meio ambiente, entre nós e o processo de ensino-aprendizagem. O caderno III então presume que a finalidade é de conceber estudantes críticos e compreensivos, que atuem de forma direta em suas comunidades, levando o conhecimento produzido na sala de aula, na escola, em suas ações visando atitudes que conciliam o bem-estar social e ambiental (BRASIL, 2000). Desse modo, destacam-se então, duas competências e habilidades que se encontram no tópico “Competências e

habilidades a serem desenvolvidas em Biologia” e se acentuam na categoria “Contextualização sócio-cultural”, assim explanadas pelos PCN:

Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente. [...] Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente (BRASIL, 2000, p. 21).

Entrando em um contexto mais atual, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passou por muitas discussões técnicas na sua construção e foi por fim publicada no final de 2018. Possui influência tanto de discussões públicas com profissionais do ensino como de organizações privadas, que visavam uma educação mais mercantilista e técnica do que propriamente progressista. A BNCC então configura como um conjunto de normas que estabelece de forma gradual as aprendizagens indispensáveis que os estudantes devem produzir durante sua passagem pela Educação Básica (VIEIRA; NICOLODI; DARROZ, 2021).

Além disso, assume um posto de referência na construção de currículos e projetos pedagógicos em diversos âmbitos da educação, sejam eles instituições ou escolas municipais e estaduais. A BNCC surge para afirmar o direito à educação, à aprendizagem, como se determina no Plano Nacional de Educação (PNE). Durante a Educação Básica essas aprendizagens estabelecidas pela BNCC convergem, a fim de garantir o desenvolvimento de 10 competências gerais, que em resumo se concretizam em direitos pedagógicos. O documento determina como competência a associação de conhecimentos, habilidades (de diversos caracteres), condutas e valores, com o intuito de resolver problemáticas do dia a dia, do mercado de trabalho, efetivando seu papel como cidadão. É válido esclarecer que essas competências gerais interagem entre si durante todos os estágios da Educação Básica (BRASIL, 2018).

Hilario e Chagas (2020) pontuam que essa abordagem sinaliza aos docentes que os propósitos pedagógicos devem estar alinhados ao desenvolvimento de competências. Para além de conhecer essas competências, a BNCC atenta para que os educandos também estejam aptos a mobilizar conhecimentos, habilidades e princípios trabalhados, buscando tomar decisões concisas acerca de questões da sociedade moderna, de forma consciente.

No processo de formação de alunos progressistas, inovadores e autônomos, o Ensino Médio deve promover vivências e ferramentas que lhes assegurem aprendizagens cruciais para a

interpretação do mundo, para observação de problemáticas atreladas a esse mundo (sociedade, capitalismo, meio ambiente) e a visualização de decisões éticas e científicas. O foco torna-se ampliar a concepção de mundo dos estudantes sobre a Vida, a Terra e o Cosmos, com a finalidade de examinar, discutir, elaborar soluções a desafios, tanto em suas comunidades como em escala global (BRASIL, 2018). A BNCC também pretende discutir a inserção da ciência e da tecnologia na sociedade, no meio ambiente, na saúde pública, avaliando os elos que são construídos entre cada um.

O documento postula que os professores devem promover uma abordagem investigativa em que o foco seja os estudantes, trabalhando a aprendizagem, experiências e metodologias, no qual o conhecimento é produzido. Isso quer dizer dar autonomia aos educandos, empenhando-se em explorar os problemas atuais de forma livre e contextualizada, impulsionando os alunos de forma dinâmica e dialógica, na formulação de perguntas e na busca de respostas (BRASIL, 2018). As Ciências da Natureza, a biologia, surgem então para capacitar quanto a compreensão das formas de vida em sua pluralidade e níveis organizacionais. Quanto mais envolvidos e sujeitos conscientes do seu papel, os estudantes apropriam-se da dimensão da natureza e dos recursos fornecidos, levando em conta os fenômenos observados e efeitos da ação humana. Logo, descrevendo bem as nuances deste trabalho, destaco duas habilidades encontradas na “Competência Específica 2” de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim expostas pela BNCC:

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) [...] (EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (BRASIL, 2018, p.557).

2.5 O uso de modelos didáticos e jogos na perspectiva do ensino

Perin e Rosssini (2019) relatam que o conhecimento do “mundo biológico” requer por vezes equipamentos e materiais (soluções, meios de cultura, microscópios) que não são

facilmente acessados em todos os institutos e escolas de ensino básico. Com isso, os educadores se veem em um processo contínuo de busca por metodologias alternativas ao ensino, que visam acessar principalmente as escolas públicas, onde nem sempre se conta com um suporte laboratorial que permita aulas práticas diversas. Isto posto, a produção de materiais táteis ou interativos, com valor acessível e de fácil aquisição e manuseio, tende a contribuir enormemente para as aulas de ciências e biologia. Tais materiais instigam e ativam a imaginação dos discentes, transformando as percepções da aula e o conteúdo em algo mais estimulante (PERIN; ROSSINI, 2019).

Nesse contexto, o ensino de ciências, principalmente o de biologia celular e sobre microrganismos de modo geral, perpassa por um nível de abstração que torna o conteúdo ministrado difícil para a maioria dos alunos do ensino básico. Para Hallström e Schönborn (2019), é crucial que tal temática seja abordada de forma minuciosa e que se utilize de ferramentas lúdicas para sua compreensão, visto que o domínio do “universo” microscópico fornece bases para o entendimento de conteúdos mais extensivos, como seleção natural ou ecologia. Portanto, temos o uso de modelos, definidos como ferramentas que simplificam a realidade observada, indo desde modelos concretos, conceituais ou até mesmo simbólicos. Os modelos auxiliam na concepção de teorias e dispositivos através do manejo, como nos modelos concretos, ou em uma construção cognitiva, como nos modelos conceituais. A disseminação dessas teorias e dispositivos desenvolvidos se dá através de representações processuais e educacionais (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019, p. 6).

Uma das funções dos modelos didáticos é ampliar estruturas ou organismos microscópicos, explorando assim cores, formatos e proporções. Wommer, Michelotti e da Silva Loreto (2019) pontuam que; ao permitir que os alunos estudem, toquem etc; os modelos didáticos constroem o conhecimento através do ensino prático. A utilização de modelos tridimensionais procura despertar a imaginação dos educandos, quer através da exibição de modelos didáticos já prontos ou através de uma atividade de confecção com os alunos, tornando-os sujeitos ativos no processo. Os autores salientam a importância do ensino abrangente e inclusivo, visto que os modelos didáticos podem ser produzidos capacitando sua exploração além categoria visual expositiva. Ou seja, modelos que recrutam a utilização de outros sentidos, além do visual, permitem que Pessoas com deficiência (PcD) tenham a oportunidade de acessar estruturas, texturas, sons, em um conteúdo complexo, como é o de microrganismos (WOMMER;

MICHELOTTI; DA SILVA LORETO, 2019).

Produzir conhecimento científico para o público geral, de forma descomplicada e cativante, através de um método chamado *gamification* ou gamificação, vem sendo recorrente. A gamificação é basicamente o emprego de técnicas usadas em jogos, direcionadas às atividades cotidianas, com o objetivo de engajar os participantes de tais atividades (DA SILVA *et al.*, 2014). Na comunidade científica e entre professores, o uso dessas técnicas é cada vez mais comum, visto a característica de promover uma participação mais ativa dos educandos. A maioria dos registros que relacionam essas técnicas ou jogos propriamente ditos, com capacidade educativa, se referem a jogos eletrônicos, no entanto, os jogos não-eletrônicos (tabuleiros, cartas, peças de quebra-cabeças) também possuem relevância, sendo menos utilizados dado essa crescente onda tecnológica (COIL, 2017).

Quanto à aplicação de jogos voltados ao ensino, há alguns anos observou-se uma crescente evolução no mercado tecnológico e o surgimento de uma categoria chamada de *serious game* ou jogos sérios. Zhonggen (2019) discorre que assim como a aprendizagem pelo ensino à distância, pesquisas vêm sendo feitas direcionadas em como aliar a educação à utilização de jogos em sala de aula. Os jogos sérios são elaborados com a intenção de um desígnio educacional, ou seja, enquanto jogos usuais buscam apenas entreter o usuário, os jogos sérios têm um viés educativo. O autor sinaliza que os jogadores pontuam, podem passar de fase, têm obstáculos, e ao passo que isso transcorre durante o jogo, elementos lúdicos-educativos são adicionados e integrados à construção do conhecimento. Diferente dos jogos usuais, que por vezes punem assertivamente os jogadores, os jogos sérios trazem uma perspectiva otimista dentro da sua construção, elevando a confiança dos jogadores a coletar as informações adquiridas para uma melhora no jogo, refletindo também na sua aprendizagem (ZHONGGEN, 2019). Em vista disso, há muitas vantagens em se investir no uso de jogos eletrônicos em sala de aula, como o desenvolvimento de habilidades em grupo, descoberta de possibilidades, euforia em se compreender o conteúdo, aceleração do raciocínio. Para que isso seja efetivado é necessário capacitar os profissionais de ensino no uso dessas ferramentas, e buscar uma maior comunicação com as empresas desenvolvedoras de jogos, a fim de aliar as produções aos interesses pedagógicos (DOS SANTOS, 2017).

3. METODOLOGIA

A pesquisa em questão tem caráter primordial qualitativo do tipo intervenção pedagógica em sala de aula, e atribui alguns elementos da pesquisa quantitativa, como a análise de dados a partir de gráficos. Segundo André e Gatti (2008), a abordagem qualitativa parte por uma visão holística dos fenômenos estudados, abrangendo todos os constituintes de determinada situação, com suas relações e influências. Tal abordagem se estabelece como uma modalidade investigativa que tem como intuito assumir um papel orientador na averiguação dos elementos formadores do ser humano, seus elos e concepções culturais, tanto a nível grupal como pessoal (ANDRÉ; GATTI, 2008). De acordo com Damiani *et al.* (2013), intervenção se define como uma pesquisa em que há a projeção e execução de interferências, com o intuito de gerar transformações, transições ou melhorias no processo de ensino e aprendizagem com quem se trabalha, levando em conta também a avaliação dessas interferências. Essas pesquisas visam a resolução de objeções cotidianas, práticas, e tem uma ótima contribuição no que tange a inovação de metodologias pedagógicas e em melhorias no próprio sistema de ensino.

Visto isso, por algumas observações pessoais e vivências de estágio, pude perceber que o tema “água” e “cianobactérias” possui pouco destaque nas aulas de biologia. Ademais os livros didáticos costumam trazer esses organismos em algum tópico sobre diversidade bacteriana e em mais um quadro de curiosidades. No livro didático adotado pela escola na qual desenvolvi este trabalho, Biologia – Volume 2, de César, Sezar e Caldini, o conteúdo de cianobactérias encontra-se dentro de um capítulo dedicado ao Reino Monera. Essa abordagem é comumente vista, o ponto é que tais organismos encontram-se apenas em um pequeno tópico sobre nutrição bacteriana. Questões relacionadas à saúde, função trófica, desequilíbrios ambientais, entre outras, não são aferidas. Tal ênfase é diminuta quando comparada a sua importância para a saúde pública, como produtores primários, participantes ativos do ciclo de moléculas orgânicas atmosféricas, nutricional e etc.

Assim, firmado aos documentos embaixadores da atividade pedagógica, a BNCC por exemplo, o trabalho com temas atuais e uma abordagem transversal visa auxiliar questões sociais concretas (LACERDA *et al.*, 2021). Os autores ainda ressaltam a multiplicidade de usos da água, dando devido destaque ao exercício de conscientização ambiental que deve ocorrer nas escolas, junto a problemáticas, como a eutrofização de corpos d’água causado pela floração de

cianobactérias.

A partir disso, buscou-se também abordar o trabalho de saneamento e distribuição de água desenvolvido pela CAGECE, onde estagiei nos anos finais da graduação, de 2020 a 2022. Junto ao professor de biologia da EEM Liceu do Conjunto Ceará, onde anteriormente atuei pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), no começo da graduação, pude trazer essa perspectiva de trabalho para sala de aula, aliando as cianobactérias ao valor da empresa pública que realiza esse serviço tão fundamental aqui no Ceará.

Diante disso, desenvolveu-se o plano de aula com o alicerce dado pela BNCC, de um ensino de múltiplas facetas e que busca a resolução de problemáticas reais do dia a dia (apêndice A). Com isso, foram buscadas ferramentas lúdicas e alternativas que pudessem deixar a aula mais dinâmica. Recorreu-se a modelos de cianobactérias em massa de modelar e a aplicação do jogo “Ciano Quiz”, dado ser um jogo que tem sua essência na temática “cianobactérias e tratamento de água”.

A atividade na escola ocorreu em duas aulas, em momentos diferentes, com uma turma do 2º ano do ensino médio, da EEM Liceu do Conjunto Ceará. As aulas tiveram caráter expositivo dialogada e o assunto foi “Cianobactérias e Água: Compreendendo a função ecológica das *Cyanophytas* e a importância do tratamento de água pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE)”. No primeiro encontro, ao iniciar a aula buscou-se observar os conhecimentos prévios dos alunos quanto ao tema “cianobactérias”. Perguntas mediadoras foram lançadas oralmente, como “Vocês já ouviram falar sobre cianobactérias?”, “Alguém sabe como a água que chega na nossa casa é tratada?” e “Será que só as plantas fazem fotossíntese?”, a fim de estabelecer uma comunicação básica para a introdução do conteúdo. De acordo com Sousa (2019), aulas expositivas dialogadas importam elementos da teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e tem como intuito expor conceitos, onde os discentes têm papel atuante e primordial, tendo os conhecimentos prévios destes como origem nas discussões. A estratégia aqui é encaminhar o pensamento a aquisição e esquematização de conceitos, a análise crítica do objeto de estudo, a capacidade de traçar paralelos e a aplicação na sociedade, no cotidiano (SOUSA, 2019).

Logo após, aplicou-se um questionário inicial (apêndice B), chamaremos aqui de *questionário pré-aula*, sobre o tema, com cinco perguntas, uma subjetiva e quatro objetivas. As alternativas em negrito na tabela são as consideradas como corretas. O questionário é uma técnica

de coleta de dados que se baseia em um número coerente e determinado de questões, tendo por interesse o conhecimento de credos, opiniões e perspectivas daqueles que o respondem. As perguntas subjetivas têm como vantagem a autonomia de respostas do respondente, sem a interferência de itens pré-estabelecidos pelo autor. As perguntas objetivas estabelecem um viés nas respostas dos respondentes, visto a limitação de itens, sendo úteis quando se busca respostas concretas, explícitas (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). Os alunos tiveram 10 minutos para responder e foi solicitado que não deixassem nenhuma questão sem resposta. Em seguida, foram usados os slides para ministração da aula expositiva dialogada, utilizando-se o projetor multimídia.

Para a interpretação das questões de caráter subjetivo, utilizou-se a análise de conteúdo de Laurence Bardin (2011). A abordagem adotada foi a de categoria temática, onde se classificou palavras ou trechos recorrentes nas respostas dos alunos e a partir disso foram elaborados temas centrais.

3.1 Modelos didáticos de cianobactérias em massa de modelar

Para dar suporte aos slides, foram empregados modelos didáticos de cianobactérias em placas de Petri, produzidos com massa de modelar. Para fins didáticos, cada modelo recebeu uma cor de massa de modelar diferente, semelhante às cores observadas pelas respectivas cianobactérias no microscópio invertido. As células foram coladas com cola instantânea e ajustadas na placa de Petri. Foram representados modelo didático de *Microcystis* sp. (Figura 1), modelo didático de *Raphidiopsis* sp. (Figura 2), modelo didático de *Pseudanabaena* sp. (Figura 3) e modelo didático de *Merismopedia* sp. (Figura 4).

Nos slides havia fotos autorais referentes aos espécimes representados nos modelos. Durante o percurso da aula, os modelos foram exibidos à medida que os slides com as imagens referentes às cianobactérias foram apresentados. O trabalho com microrganismos e células é repleto de abstração e elucidação de conceitos, portanto o uso de modelos didáticos é uma alternativa dinâmica ao processo de ensino. No propósito de uma educação significativa, a sua utilização visa organizar os conhecimentos e desenvolver a ludicidade, aproximando docentes e alunos (SOUZA, 2019).

A segunda aula ocorreu em um dia diferente e iniciou com a aplicação do jogo virtual “Ciano Quiz”, produzido por Poliana Rodrigues Nunes e Andréa Carla Leite Chaves, da

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas (Figura 5). Segundo as autoras, o Ciano Quiz:

Trata-se de um jogo de perguntas e respostas com enfoque na EA, voltado para alunos do Ensino Médio, que tem, como principal objetivo, conscientizar e informar os alunos sobre os impactos no meio ambiente e na saúde humana da contaminação das águas com cianobactérias (NUNES; CHAVES, 2017, p. 333).

Figura 1 – Modelo didático de *Microcystis* sp.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Figura 2 – Modelo didático de *Raphidiopsis* sp.



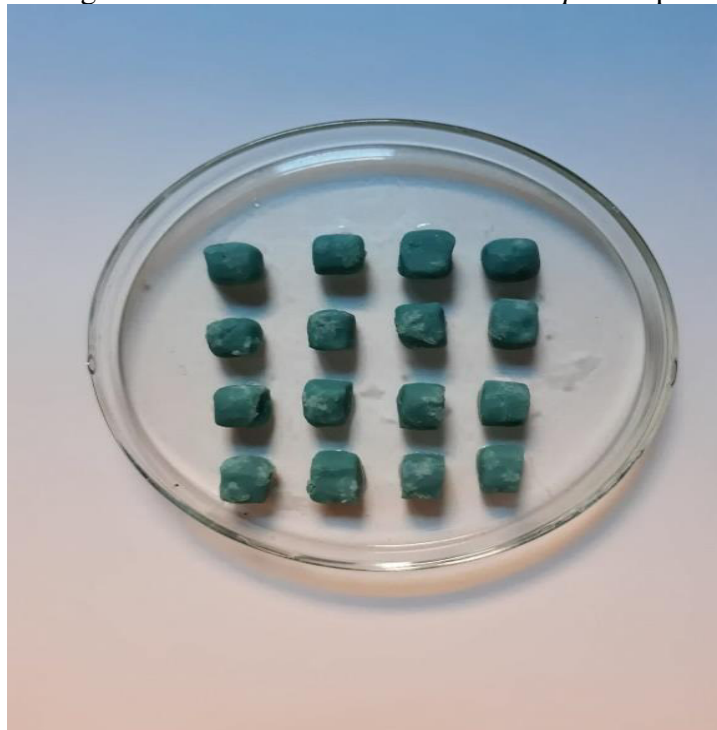
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Figura 3 – Modelo didático de *Pseudanabaena* sp.



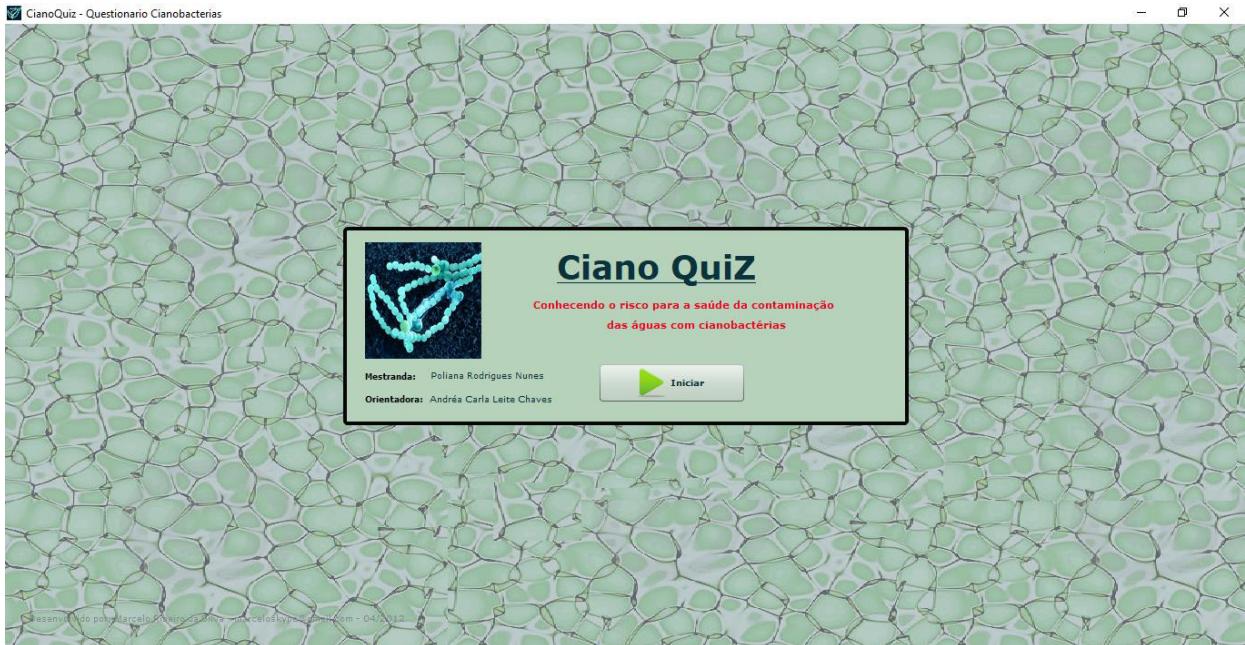
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Figura 4 – Modelo didático de *Merismopedia* sp.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Figura 5 – Tela inicial Ciano Quiz



Fonte: Ciano Quiz (2013)

Os jogos abrem margem para a reformulação de aulas, para examinar o nível técnico dos educandos quanto ao tema e aprimorar pontos do ensino que estão em baixa. Uma gama de conteúdos que envolvem a microbiologia é ajustada para o trabalho com ferramentas mais dinâmicas, como os jogos, com o foco em conectar esses microrganismos a sociedade e as problemáticas de interesse público que são vinculadas a eles (TORRES, 2020). O jogo foi aplicado com auxílio de projetor multimídia e notebook pessoal. Dividiu-se a turma em três grupos, de modo que cada grupo ficasse com no máximo sete integrantes. Aos grupos foram dadas miniplacas com as alternativas A, B, C e D para que respondessem às perguntas do quiz (Figura 6). As plaquinhas foram produzidas reciclando-se caixas secas de papelão como base. Foram feitos 16 moldes, os quais cada um possuía mais ou menos 20 cm, utilizando-se cola branca para aderir a cartolina aos moldes de papelão. As letras foram desenhadas e pintadas com canetinha de ponta grossa, tanto nos recalques como em todo o desenho.

Figura 6 – Plaquinhas do Jogo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após a exposição de cada pergunta (apêndice C), os grupos contavam com um minuto para debater entre si e escolher a alternativa que julgavam correta. Ao todo foram dez perguntas de níveis variados sobre ecologia e saneamento envolvendo as cianobactérias. Novamente, as alternativas em negrito são consideradas corretas. Ao passo em que eram reveladas as respostas, esclareciam-se algumas dúvidas referentes à questão trabalhada.

Um questionário final, chamaremos aqui de *questionário pós-aula* (apêndice D), com cinco perguntas, entre elas subjetivas e objetivas, foi aplicado com questionamentos sobre o conteúdo lecionado, a metodologia abordada, se as aulas foram eficientes para construção de saberes, entre outros. Esse questionário foi desenvolvido com intuito de entender a perspectiva dos educandos, quanto a quais pontos da intervenção em sala de aula poderiam ser melhorados, se os alunos assimilaram a relevância do monitoramento de cianobactérias, se os elementos da metodologia utilizada foram agradáveis aos educandos. Diante disso, o questionário pós-aula contou com três questões objetivas e duas subjetivas.

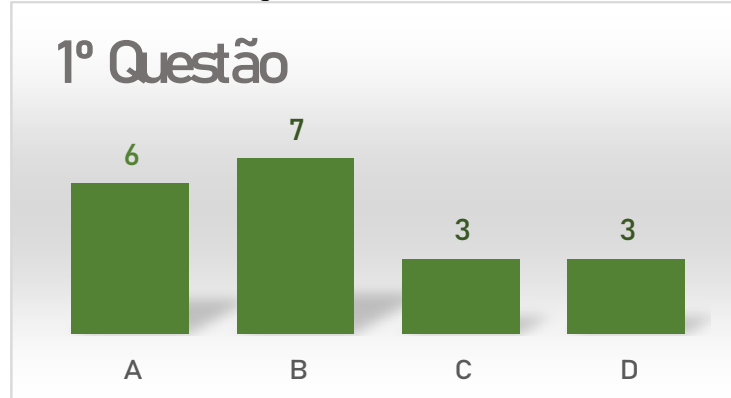
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira intervenção em sala de aula contou com a participação de 19 alunos e o auxílio do professor de biologia da turma. Foi solicitado que respondessem todas as questões do questionário pré-aula, com suas convicções, mesmo que não tivessem segurança na alternativa marcada. Na quinta questão, que é uma questão subjetiva, foi solicitado também que os estudantes discorressem em suas respostas. Sendo assim, para melhor visualização dos dados foram elaborados gráficos (Gráficos 1 a 4) com as respostas/alternativas que foram marcadas em cada questão de múltipla escolha do questionário pré-aula.

Ao observar o Gráfico 1, percebe-se que apenas três alunos marcaram a alternativa “D”, considerada correta, enquanto sete alunos acreditavam que os procariontes são seres pluricelulares fotossintetizantes. Já seis afirmaram que se tratava de organismos unicelulares, mas exclusivamente aquáticos. Essa confusão com a quantidade de células pode ocorrer por conta que os organismos fotossintetizantes mais conhecidos são as plantas, seres multicelulares e complexos. Enquanto associar a restrição à vida aquática pode estar ligado ao conteúdo de florações e eutrofização, intrínseco ao conteúdo de cianobactérias nos livros didáticos. Para Atroch *et al.* (2018), o conteúdo exposto sobre “água e poluição” nos livros didáticos, além de não ser amplo, pode deixar brechas no ensino que seriam preenchidas com o uso de outras ferramentas como jogos, vídeos didáticos e discussões em grupo. Esses autores abordam também que a temática “água e poluição” é muitas vezes trabalhada meramente de forma expositiva através do livro, gerando nos educandos uma compreensão de algo que deve ser apenas memorizado para testes.

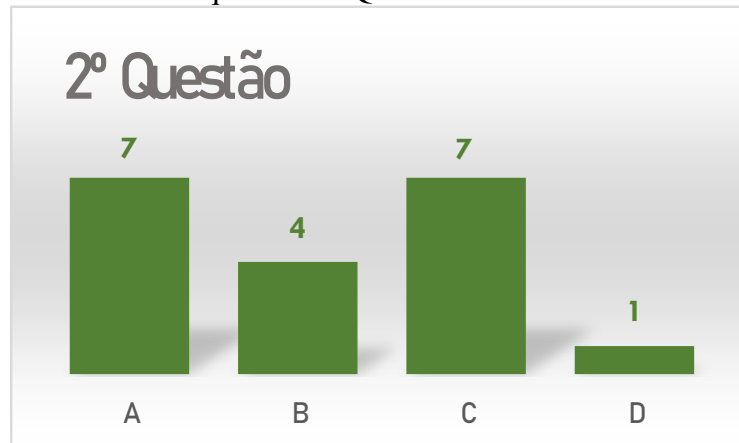
Em relação às funções das cianobactérias (Gráfico 2), sete alunos marcaram a alternativa “A”, considerada correta. O mesmo número acredita que as cianobactérias realizam fotossíntese, mas possuem elevada complexidade celular. Correlaciona-se novamente, o ensino da fotossíntese estar muito ligado às plantas, organismos complexos. O restante dos alunos se distribuiu em alternativas que as denominam protistas ou que são seres exclusivamente aquáticos.

Gráfico 1 – 1ª questão do Questionário Pré-Aula



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Gráfico 2 – 2ª questão do Questionário Pré-Aula



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Vale ressaltar que muitos livros discorrem brevemente sobre o processo de “*bloom*”, no qual se abrange microalgas como diatomáceas, dinoflagelados e clorofíceas, não só cianobactérias. O termo alga está associado a organismos aquáticos e protistas são protozoários, seres eucariontes que diferem em complexidade celular dos procariontes. Segundo Schumacher Fermino (2022), o ensino de microalgas e cianobactérias é explanado superficialmente nos últimos anos do ensino básico, por vezes lidando apenas com classificações taxonômicas e o papel dos grupos nas teias tróficas. A autora traz que é de suma importância que seja melhor elucidado, pois reflete em tópicos pertinentes a interesses ambientais e sociais, como saúde e qualidade da água. Indo para além dessa ideia, Krasilchik (2008 apud SCHUMACHER FERMINO, 2022) identifica que o ensino de ciências de modo geral vem sendo trabalhado de

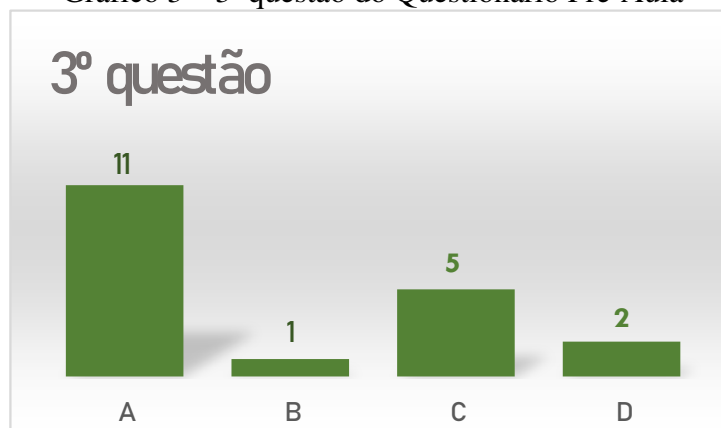
forma engessada e com memorização.

Onze alunos acertaram a questão três (Gráfico 3), marcando que o grupo Cyanophyta é cosmopolita e produtor de toxinas. Outro número interessante, de 5, marcou a alternativa que diz que as cianobactérias são comestíveis e inofensivas. Aqui temos uma questão mais complexa, referente à ecologia das cianobactérias.

O estudo da relação entre a poluição e as florações causadas por cianobactérias, não é algo que deve ser visto de forma isolada dentro do conteúdo de biologia. Uma compreensão mais abrangente e profunda desse fenômeno se dá quando aliamos diferentes áreas do conhecimento como Gestão Ambiental, a Química, até mesmo a Física (ATROCH *et al.*, 2018). Ou seja, é um conteúdo interdisciplinar. Rangel e Reis (2021) dissertam que quando se é aplicado um conteúdo onde se trabalha a transversalidade de temas, as exigências por metodologias alternativas e dinamicidade no ensino são reais. O emprego desses elementos tende a formar uma gama de conhecimentos sobre determinado assunto.

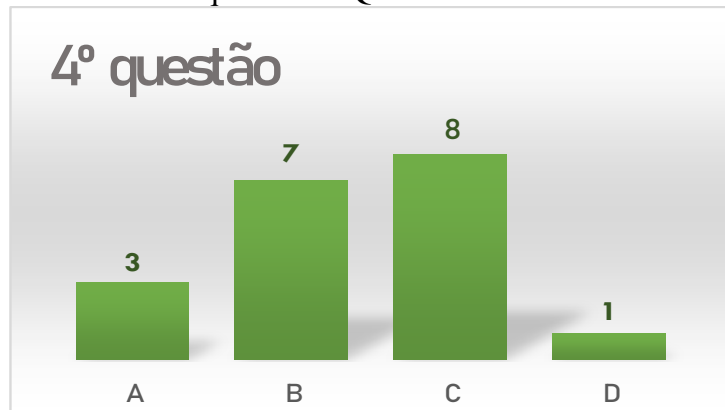
Oito alunos acreditam que a CAGECE distribui água e trata do saneamento básico a nível nacional (Gráfico 4). Já sete afirmam corretamente as atribuições dadas a companhia. Informações sobre a aplicabilidade de empresas públicas, grau de abrangência, é um dado pouco exposto no ensino básico. Leoneti *et al.* (2011 *apud* VALDUGA; DAL-FARRA, 2015) discutem que as instituições públicas carecem de estabelecer o que cabe a cada esfera, e que se deve procurar uma comunicação maior entre as mesmas, a fim de se obter uma melhor gestão e expansão dos serviços.

Gráfico 3 – 3ª questão do Questionário Pré-Aula



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Gráfico 4 – 4ª questão do Questionário Pré-Aula



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

A 5ª questão foi subjetiva e questionava aos alunos sobre a necessidade de se estudar e preservar a água. As respostas foram analisadas pela análise de conteúdo de Bardin que estabelece que em uma perspectiva qualitativa deve se levar em consideração os elementos, ou um agrupamento de elementos, formadores do conteúdo da mensagem. O fato de estarem ou não estarem presentes nas frases caracteriza aquele trecho estudado. Basicamente, o indivíduo expressa sua fala e a partir disso palavras ou frases são classificadas, e alicerçado em repetições ou sinônimos o analista induz categorias e significados (CAREGNATO; MUTTI, 2006). Ainda discorrendo sobre a análise de conteúdo de Bardin, foi utilizado para este trabalho o método de categoria temática, na qual palavras-chaves formadoras do discurso fundamentaram a base para definir grandes temas que caracterizam as falas e permitiram agrupar algumas respostas (MAIA, 2020). Isso pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Agrupamento das respostas da 5ª questão do questionário Pré-Aula por meio das categorias temáticas

CATEGORIAS TEMÁTICAS	AGRUPAMENTO DAS RESPOSTAS
	“Sim, porquê existe mais água salgada do que doce.”
	“Sim, água poluída não serve para nada.”
	“Sim, para não gerar uma poluição do ar e da terra”
	“Sim nosso planeta possui mais água salgada e gastando a água doce acaba não preservando”

ZELO PELO RECURSO	“Sim considero porque é para abastecer água para a população.”
	“Sim, a água é um recurso limitável que corre o risco de acabar um dia.”
	“Sim, pois a água é muito importante.”
	“Sim porque seria muito importante preservar a água.”
	“Sim, pois sempre é bom ter água limpinha.”
CONHECIMENTO	“Sim porque acho muito importante saber o uso da água, sem gastar água toa.”
	“Sim, o estudo é a base de qualquer conhecimento, e se há algo que merece conhecimento é a água.”
	“Sim, pois a água pode conter bactérias que ainda não foram estudadas e ela é a principal fonte de vida.”
	“Sim claro, para sempre manter nossa saúde segura, porque nunca se sabe se podem surgir novas bactérias.”
	“Sim para debater sobre esse assunto.”
IMPORTÂNCIA FISIOLÓGICA	“Sim, porque a água é necessária para beber, senão a gente fica com sede.”
	“Sim porque ela é bastante útil pois serve para beber e fazer comida e sem água os seres humanos não sobrevivem.”
	“É lógico! Porque água é cara e eu estou sem dinheiro, água é vida e se não bebermos água iremos ficar muito desidratados e morreremos porque coca não é água.”
	“Sim, pois ela nos mantém vivos.”
	“Sim, a água é muito importante para a vida.”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A quinta questão traz “*Você considera necessário estudar e preservar a água? Justifique!*”. As respostas dos alunos foram distribuídas em três temas que caracterizam o

conteúdo. O tema que enquadra mais respostas é o “zelo pelo recurso”. Nove dos 19 alunos entendem que a água é um recurso limitado e a importância de manter suas condições de potabilidade. Enquanto cinco foram em nível de “conhecimento” e outras cinco sobre “importância fisiológica”. De Almeida Vergés (2018) também identificou em seu trabalho que os educandos demonstram tomar convicções múltiplas quanto a relevância da água. Respostas que se relacionam à “importância fisiológica” da água tem um caráter mais particular, mais voltado para o “eu”, o ser humano. Já respostas que relacionam com o “conhecimento” e o “zelo pelo recurso”, se enquadram em um caráter mais holístico, que integra a natureza como um todo.

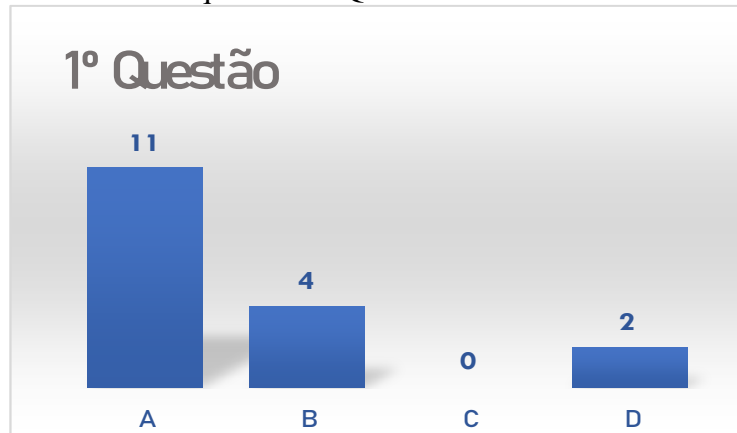
Na segunda intervenção em sala de aula participaram 17 alunos. Os alunos foram divididos em 3 grupos. O jogo Ciano Quiz foi aplicado e devido ao tempo de uma aula, o jogo foi realizado com apenas 10 perguntas, tendo de um a dois minutos para resolução de cada uma delas. O grupo 1 acertou seis perguntas, enquanto os grupos 2 e 3 acertaram quatro. O tópico com mais dúvidas e conseqüentemente a pergunta com mais erros durante o jogo foi: “As águas com floração de cianobactérias tornam-se impróprias para o consumo animal. Assinale a alternativa que permite o tratamento das águas contaminadas tornando-a própria para o consumo humano?”.

Aparentemente os alunos têm dificuldades em associar o monitoramento preventivo como uma forma de tratamento da água. Todos os três grupos marcaram alternativas que se referiam à fervura da água ou inserção de cloro para a eliminação de microrganismos. O principal problema em como proceder quanto as cianotoxinas, é que os tratamentos habituais são ineficazes, exigindo intervenção com carbono ativo por um período mínimo de cinco dias (RADIO UNIVERSITÁRIA, 2020). Müller *et al.* (2018) concluem que um delineamento deve ser feito, associando medidas integradoras preventivas. Falhas em relação ao alocamento de recursos e planos preventivos exigem resoluções corretivas.

As perguntas com mais acertos, em que todos os grupos acertaram a alternativa correta, foram: “Algumas atitudes ecológicas podem contribuir para diminuir a contaminação das águas por cianobactérias. Das atitudes abaixo, qual você aconselharia para contribuir na prevenção da floração por cianobactérias das águas?” e “Alguns seres vivos são capazes de produzir toxinas. Dos seres vivos abaixo qual é o produtor da cianotoxinas?”. Assim, os grupos conseguiram associar a produção de cianotoxinas as cianobactérias, além de compreender que a poluição dos mananciais por esgotos e lixos é o principal distúrbio que desencadeia e fomenta as florações e por conseguinte, a liberação de cianotoxinas na água.

Após o momento do jogo, a aula foi finalizada com a aplicação do questionário pós-aula. Novamente foi solicitado que não deixassem nenhuma questão em branco, e que nas questões abertas discorressem em suas respostas. Os dados estão expressos nos Gráficos 5, 6 e 7.

Gráfico 5 – 1ª questão do Questionário Pós-aula

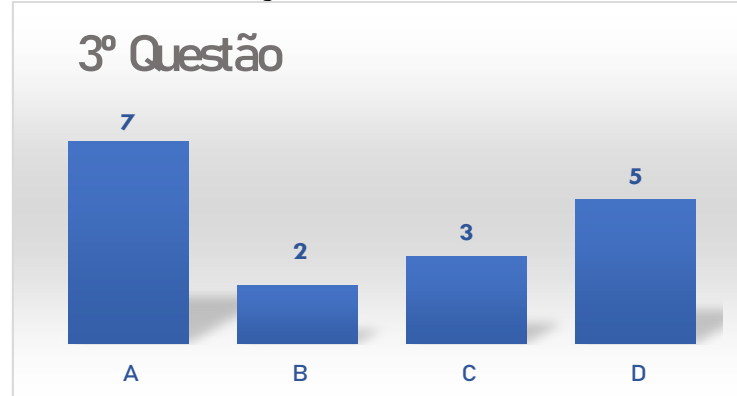


Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Na primeira questão (Gráfico 5), onze alunos marcaram a alternativa “A”, em que afirmam que gostaram da aula e dos componentes didáticos que foram integrados, como o jogo e os modelos de cianobactérias. Quatro alunos marcaram a alternativa “B”, que relata que os mesmos gostaram da aula, mas que esta poderia melhorar. Somente dois alunos optaram pela alternativa que afirma que não gostaram da aula, mas que entendem sua importância. Isso me faz refletir que os educandos acessam e interagem com os conhecimentos ministrados através de diversas formas de aprendizagem. É crucial que os educadores se utilizem das mais variadas, buscando as que se adaptem melhor as turmas. Schumacher Fermino (2021) afirma que o processo de ensino e aprendizagem deve considerar as competências e habilidades a serem desenvolvidas, com a uma educação mais voltada para o prático, para a realidade dos educandos. Instigar os discentes a serem colaboradores, criativos e autônomos, com a diversificação das práticas pedagógicas.

Em relação às respostas à 3ª questão (Gráfico 6), apenas três alunos marcaram a alternativa correta, letra “C”, em que se retrata que a principal forma de se proceder quanto às florações de cianobactérias. Sete alunos acreditam que a adição de cloro pode ser a alternativa mais concreta, enquanto cinco acham que é a remoção de macrófitas no entorno dos mananciais. Apenas dois alunos marcaram a alternativa que relata o uso de membranas.

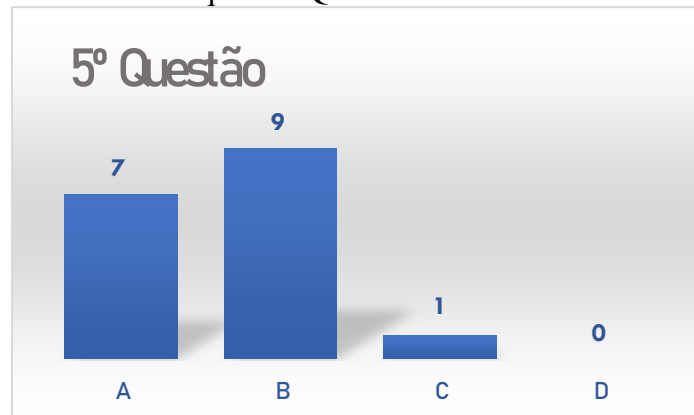
Gráfico 6 – 3ª questão do Questionário Pós-Aula



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

A própria Constituição Federal traz o princípio da Precaução, que institui *a priori*, interceptando atividades que eventualmente sejam danosas ao meio ambiente, e posteriormente, executa planos de redução de danos, caso o processo lesivo já esteja em curso. Conclui-se que operar em antemão ao dano ambiental é primordial ao cumprimento do princípio da Precaução, baseado na avaliação do impacto ambiental (COLOMBO, 2005).

Gráfico 7 – 5ª questão Questionário Pós-Aula



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Na quinta questão (Gráfico 7), nove alunos afirmaram que compreendem melhor o tema exposto na aula expositiva quando ministrado através de aulas em laboratório e com o auxílio de modelos táteis de células. Já sete alunos afirmaram que alternativa “a”, que expõe que jogos em geral e trabalhos em grupo, é a melhor opção para se trabalhar com o tema.

Ferreira e Dos Santos (2019) colocam que a ludicidade é uma das diversas ferramentas facilitadoras que podem ser empregadas para construção das aulas, requerendo que o educador se distancie um pouco do ensino tradicional. Para as autoras o contato com o lúdico, jogos e afins,

deixa marcas do aprendizado nos alunos. Já Gonçalves, Da Silva e De Almeida Vilarde (2019, p. 276), descrevem a relevância de práticas laboratoriais pontuando que:

Este espaço diferenciado da sala de aula possibilita ainda estimular a participação do estudante, por permitir maior contato deste com os materiais dispostos, explorando sua curiosidade, fazendo o aluno exercer seu protagonismo no processo de ampliação e apropriação de seus conhecimentos.

Silva, Mettrau e Barreto (2007) dialogam que é sim importante que os educadores respeitem os objetivos traçados anteriormente no plano pedagógico, mas que as experiências proporcionadas diariamente em sala de aula, devem embasar as metodologias propostas, onde o educador vai ajustando à medida que percebe como a turma se comporta perante uma metodologia ou outra. Os autores ainda enfatizam que o professor tem de encontrar na escola um espaço onde a liberdade de ensino e as práticas se vinculem a aptidão das turmas. A interação com múltiplos materiais e o espaço de diálogo viabilizado, tendem a motivar os alunos.

A segunda e a quarta questão foram questões subjetivas. Mantendo a mesma linha de apreciação, utilizou-se novamente aqui a análise de conteúdo de Bardin, visando organizar as respostas em “temas” que vinculassem o conteúdo das mensagens. A segunda questão do questionário pós aula é expressa no Quadro 2.

A segunda questão do questionário pós-aula traz o questionamento: “*Você considera o trabalho da Companhia de Água e Esgoto do Ceará fundamental para a gestão da água? Por quê?*”. Doze respostas foram enquadradas em “tratamento do recurso”, dado o questionamento sobre a importância da CAGECE para com o tratamento de água. Três respostas se relacionavam com a “vitalidade da água”. As temáticas “cuidado com a natureza” e “pesquisa” obtiveram uma resposta cada. Em duas respostas, não foi identificado conteúdo suficiente para elaboração de um tema específico ou que ligava aos demais, por isso foram distribuídas na categoria “outros” (Quadro 2).

A CAGECE expõe em seu site oficial, que para além de seus serviços de distribuição e saneamento, a companhia se une em sua essência ao cuidado ambiental e socioeconômico. No site há também a informação, que desde os anos 2000, a empresa implementa a pesquisa em seu planejamento. Parcerias são feitas entre setores da empresa com colaboradores, instituições acadêmicas e de financiamento a pesquisa, buscando atender as necessidades do estado com um olhar voltado para a inclusão social e ambiental. As pesquisas vão desde o tratamento dado a água, até formas de aproveitamento de subprodutos (CAGECE, 2023).

Quadro 2 – Agrupamento das respostas da 2ª Questão do Questionário Pós-Aula por meio das categorias temáticas

CATEGORIAS TEMÁTICAS	AGRUPAMENTO DAS RESPOSTAS
PESQUISA	“Sim, a água é o importante o suficiente para ter o máximo de pesquisa possível, quanto mais conhecimento na área melhor para o mundo e para a população.”
VITALIDADE DA ÁGUA	“Sim porque a água está muito boa para edificar a hidratação do povo.”
	“Sim porque a água está para intensificar a hidratação do povo.”
	“Sim porque a água está para edificar a hidratação do povo.”
CUIDADO COM A NATUREZA	“É muito importante para a preservação do meio ambiente.”
TRATAMENTO DO RECURSO	“Para filtrar a água e ajudar a melhorar a qualidade da água.”
	“Sim principalmente o tratamento dela, porque usamos muito.”
	“Sim para evitar doenças.”
	“Sim para evitar doenças.”
	“Sim porque sem eles o esgoto não seria filtrado.”
	“Sim porque trata a água.”
	“Sim, pois ajuda a nossa melhoria de água.”
	“Sim porque eles tratam a água para nós e cuidam do saneamento.”
	“Sim, sem essa gestão a população ficará sem água limpa e decente para o consumo.”
	“Sim, porque eles tratam a água para nós, e cuidam do saneamento.”
OUTROS	“Sim.”
	“Sim considero porque acho que ela faz bem, foi o que entendi.”

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Já a quarta questão do questionário traz: “*Que ação você poderia tomar para ajudar o saneamento em seu bairro e diminuir a problemática de florações de cianobactérias e produção de toxinas?*”. Nessa questão (QUADRO 3), a temática “despejo de lixo em ambiente urbano” foi identificada em onze respostas, quando questionados sobre ações que pudessem evitar florações de cianobactérias. Outra temática identificada foi a “poluição de águas”. Na temática “outros” foram agrupados cuidados de modo geral, sem que fosse identificado um tema específico nas mensagens.

Rangel e Reis (2021) atestam que o aumento populacional gera um claro aumento por recursos. Por consequência temos uma maior produção de resíduos que se não destinados corretamente acabam se acumulando no meio natural, trazendo danos absolutos a vida. As mesmas autoras destacam que prevenir o acúmulo de lixo e o despejo em afluentes de abastecimento humano, diminuiria gastos maiores com o tratamento da água e saúde. A 4ª questão foi elaborada com intuito de colocar o aluno como sujeito atuante nessa problemática ambiental. Trazendo para a realidade do aluno e realçando que suas ações são fundamentais dentro da comunidade onde vive. Atroch *et al.* (2018) observaram que apesar de muitos educandos identificarem o lixo como fator primordial para deterioração dos mananciais, boa parte não se inclui nesse processo, direcionando o desequilíbrio a sociedade como um todo ou ao estado.

Quadro 3 – Agrupamento das respostas da 4ª Questão do Questionário Pós-Aula por meio das categorias temáticas

CATEGORIAS TEMÁTICAS	AGRUPAMENTO DAS RESPOSTAS
POLUIÇÃO DE ÁGUAS	“Parar de jogar lixos nos rios e corais.”
	“Não jogar comida no ralo da pia, entre outros que acabam poluindo a água.”
	“Não poluir rios e nascentes dos oceanos.”
DESPEJO DE LIXO EM AMBIENTE URBANO	“Ter saneamento básico e limpeza nas ruas.”
	“A reciclagem e a coleta de lixo.”
	“Não jogar lixo na rua.”
	“Parar de jogar lixos nas ruas.”
	“Não jogar lixo na rua.”
	“Não jogar o lixo na rua deixa a ambiente mais limpo.”
	“Não jogar lixo na rua.”
	“Não jogar lixos nas ruas.”
	“Não jogar lixos nas ruas.”
	“Menos lixos nas ruas.”
OUTROS	“A ação de cuidados.”
	“Deixar o ambiente mais limpo.”
	“Ajudando a preservar o ambiente.”

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A origem desse trabalho parte da ideia de levar à sala de aula a relevância que organismos tão basais, como as cianobactérias, têm para a sociedade e para a saúde pública. Ademais, aproximar os educandos do monitoramento hidrobiológico realizado pela CAGECE, conhecimento ainda distante da escola e pouco abordado. Para isso foram empregadas ferramentas lúdicas de ensino, como modelos didáticos de células e o jogo *Ciano Quiz*. Foi perceptível que a utilização desses recursos, trabalhando a curiosidade e a dinâmica em grupos, se mostrou fundamental para despertar o interesse dos educandos pelo tema, e aguçar a consciência ambiental no sentido de repensar o devido cuidado que se deve dar a água quando nos referimos as cianobactérias.

Durante o decorrer da aula, o diálogo mútuo estabelecido serviu de base para adentrar ao tema e convidar os alunos a uma interação mais fluida com o conteúdo. A partir daí, observou-se que ao passo que um organismo era mostrado nos slides e associava-se ao seu respectivo modelo didático em questão, os alunos ficavam mais envolvidos na aula. Grande parte da turma relatou no questionário pós-aula que gostou da aula e dos recursos apresentados. Com isso, foi possível trazer os mesmos para o centro do debate, relacionando tópicos expostos nos slides com o cotidiano dos estudantes. Alguns trouxeram relatos sobre lugares já visitados onde há pouco saneamento, reforçando assim a conexão com a importância da atuação da CAGECE, que foi discutida na sequência.

O segundo encontro, marcado pela aplicação do jogo *Ciano Quiz*, foi bem satisfatório. Quando os alunos foram informados que esta intervenção em sala de aula contaria com o uso de um jogo, eles ficaram empolgados. A primeira aula, dialogada e com apoio dos modelos didáticos, se mostrou eficiente. Os grupos que foram definidos se saíram bem em questões do quiz que associavam as cianotoxinas às cianobactérias, além da percepção de que o despejo de lixo urbano é a principal problemática a ser enfrentada. No questionário pós-aula também se evidenciou que a maioria dos alunos acredita compreender melhor a temática através de modelos de células e uso de jogos. Importante frisar que as aulas práticas, em laboratório, são muito válidas aos discentes e de interesse dos mesmos.

Diante do exposto pode-se inferir que o uso de diferentes ferramentas didáticas de ensino, tal como modelos didáticos e jogos lúdicos, agregou muito ao processo de ensino e

aprendizagem. A aula dialogada, com o auxílio dessas ferramentas, propiciou a disposição e o entusiasmo dos educandos, principalmente por tratar-se de um assunto que é considerado abstrato, envolvendo microrganismos e o tratamento da água. O jogo por sua vez promoveu um momento de socialização e compartilhamento de ideias entre os alunos, fazendo com que os mesmos exercitassem informações conversadas na aula anterior.

O valor atribuído à água e aos serviços de saneamento prestados pela CAGECE também foram percorridos pelos alunos no questionário pós-aula. Os discentes enfatizaram a relevância da pesquisa, da prevenção de doenças e do zelo para com a água como recurso vital.

Para mais, esse trabalho almeja expandir e fornecer alternativas aos educadores quanto às abordagens no estudo de cianobactérias e sua vigilância. Dado que muitas escolas não disponibilizam de uma infraestrutura que possa proporcionar aulas em laboratórios, práticas de biologia celular e/ou microbiologia, ou até mesmo aparelhos eletrônicos como projetores multimídia, o uso de modelos de células ou jogos se mostra uma forte possibilidade para a dinamização do ensino de cianobactérias e suas questões ecológicas envolvidas. A promoção e o bom desenvolvimento desse tema perpassam a formação de indivíduos conscientes quanto ao uso da água e potencializa habilidades socioambientais que são aludidas em documentos referenciais ao ensino básico.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Michela Suely Adriani. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. doi:10.11606/D.18.2016.tde-14042016-101810. Acesso em: 2022-11-02.

ANDRÉ, Marli; GATTI, Bernardete A. Métodos Qualitativos de Pesquisa em Educação no Brasil: origens e evolução. **Palestra apresentada no Simpósio Brasileiro–Alemão de Pesquisa Qualitativa e Interpretação de Dados, realizado na Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, de**, v. 26, 2008.

ATROCH, Rosa de Fátima Silva et al. **Cianobactérias e poluição da água: uma sequência didática para o ensino de ciências ambientais**. 2018.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Caderno Meio Ambiente: Educação Ambiental Educação para o Consumo**, p. 36. Brasília, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/cadernos_tematicos/caderno_meio_ambiente_consolidado_v_final_27092022.pdf> Acesso em: 23 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasil: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> > Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Brasília, 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2007. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>>. Acesso em: 23 maio 2023.

CAETANO, Gabriella Luciano; PEREIRA, Grazielle Rodrigues. Proposição de um jogo didático acerca dos procariontes para os anos finais do Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e348997373-e348997373, 2020.

CAGECE. **Água.** Cagece – Portal Cagece, 2023. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/agua/>>. Acesso em: 23 maio 2023.

CAGECE. **Nossa história.** Cagece – Portal Cagece, 2023. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/quem-somos/historia/>>. Acesso em: 23 maio 2023.

CAGECE. **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.** Cagece – Portal Cagece, 2023. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/sustentabilidade/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CAREGNATO, Rita Catalina Aquino; MUTTI, Regina. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 15, p. 679-684, 2006.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. **A técnica do questionário na pesquisa educacional.** 2011.

COIL, David A.; ETTINGER, Cassandra L.; EISEN, Jonathan A. Gut Check: The evolution of an educational board game. **PLoS biology**, v. 15, n. 4, p. e2001984, 2017.

COLOMBO, Silvana. O princípio da precaução no Direito Ambiental. **REMEA-Revista**

Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 14, 2005.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DANTAS, Amanda. 'Tragédia da Hemodiálise' que deixou quase 60 mortos completa 20 anos. **G1**, 2016. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2016/02/tragedia-da-hemodialise-que-deixou-quase-60-mortos-completa-20-anos.html>>. Acesso em: 03 de nov. de 2022.

DA SILVA, Andreza Regina Lopes et al. **Gamificação na educação**. Pimenta Cultural, 2014.

DE ALMEIDA VERGÉS, Emiliana et al. ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO: UMA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA. **I Mostra de Ensino e práticas pedagógicas de Ciências e Biologia da UTFPR-DV 19, 20 e 21 de novembro de 2018**. 2018.

DE OLIVEIRA FERNANDES, Valéria et al. Ecology of Cyanobacteria: Causes and Consequences of Blooms. **Oecologia Australis**, v. 13, n. 2, p. 247-258, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 57. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2018. 144 p.

GARCIA, Joice Machado et al. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, p. 228-254, 2020.

GONÇALVES, Francisca Helen Cardoso; DA SILVA, Ana Carolina Araújo; DE ALMEIDA VILARDI, Luisa Gomes. Os Desafios na Utilização do Laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 274-291, 2020.

HALLSTRÖM, Jonas; SCHÖNBORN, Konrad J. Models and modelling for authentic STEM

education: reinforcing the argument. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2019.

HILARIO, Thiago Wedson; CHAGAS, Helainy Wanyessy Kenya Rodrigues Silva. O Ensino de Ciências no Ensino Fundamental: dos PCNs à BNCC. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 65687-65695, 2020.

LABORATÓRIO DE MICROALGAS CONTINENTAIS DA UEL. **Cianobactérias**. Youtube, 18 de outubro de 2021. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=dvXC-qaLESg&t=9897s&ab_channel=Laborat%C3%B3riodeMicroalgasContinentaisdaUEL >. Acesso em: 02 de nov. de 2022.

MAIA, Ana Cláudia Bortolozzi. Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa Elaboração, aplicação e análise de conteúdo. **São Paulo: Pedro e João**, 2020.

MELEGARI, Sílvia Pedroso et al. **Estudo do mecanismo de ação tóxica da saxitoxina e avaliação de sua adsorção em materiais alternativos para aplicação em sistemas de tratamento de água**. 2010.

MICHELAN, D. C. G. S. et al. Desempenho das etapas de tratamento de água da estação de tratamento de água Poxim. **Sci Cum Ind**, v. 7, n. 2, p. 7-14, 2019.

MADIGAN, Michael T. et al. Microrganismos e microbiologia. *In*: MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016. p. 02-24.

MADIGAN, Michael T. et al. Estruturas celulares microbianas e suas funções. *In*: MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016. p. 25-72.

MADIGAN, Michael T. et al. Metabolismo microbiano. *In*: MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016. p. 73-105.

MADIGAN, Michael T. et al. Diversidade metabólica dos microrganismos. *In*: MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016. p. 379-432.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de saúde pública**, v. 36, p. 370-374, 2002.

MÜLLER, Luciana et al. Cianobactérias, cianotoxinas e o tratamento químico da água: uma análise bibliométrica da produção científica mundial. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 4, p. 570-586, 2018.

NUNES, Poliana Rodrigues; CHAVES, Andréa Carla Leite. Ciano quiz: um jogo digital sobre cianobactérias como instrumento para a educação ambiental no ensino médio. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 7, n. 3, p. 324-349, 2017.

PEREIRA, Elienae Genésia Corrêa; FERRÃO-FILHO, A. da S. Ambiente aquático em questão: percepção de docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, n. extraordinário, p. 5367-5372, 2017.

PERINI, Monique; ROSSINI, Josiene. Aplicação de modelos didáticos no ensino de biologia floral. **InterSciencePlace**, v. 13, n. 3, 2019.

RADIO UNIVERSITÁRIA - UFG. **Ação de cianobactérias na água apresenta riscos de saúde pública**. 17 fev. 2020. Disponível em: <<https://radio.ufg.br/n/124009-acao-de-cianobacterias-na-agua-apresenta-riscos-de-saude-publica#:~:text=O%20agravante%20%C3%A9%20que%20as,cinco%20dias%2C%20com%20carv%C3%A3o%20ativado.>> Acesso em: 11 jun. 2023.

RANGEL, Fernanda Dias; REIS, Haydéa Maria Mariano de Sant'Anna. A inserção de temas transversais no ensino: saneamento básico e saúde. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 29, 3 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/29/a-insercao->

de-temas-transversais-no-ensino-saneamento-basico-e-saude>. Acesso em: 07 de jun. de 2023.

SANT'ANNA, Célia L. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 2006.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

SCHUMACHER FERMINO, Fabiana. **Algas e Cianobactérias: Propostas Lúdicas de Ensino: Atividades didáticas de acordo com a BNCC para a Educação Básica**. Santana do Livramento: UERGS, 2021. 119 p. Disponível em: <https://academico.uergs.edu.br/miolo25/html/file.php?folder=material&file=_algas_e_cianobact_aerias_propostas_laudicas_de_ensino.pdf> Acesso em: 9 jun. 2023.

SCHUMACHER FERMINO, Fabiana. Microalgas e cianobactérias: ideias didático-científicas para trabalhar na rede básica de ensino. **Em Extensao**, v. 21, n. 1, 2022.

SILVA, Alcina; METTRAU, Marsyl; BARRETO, Márcia. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, n. 220, 2007.

SOUSA, Antônio Sérgio de. **Análise de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia, associados à aula expositiva dialogada na área de citologia**. 2019.

TORRES, Bayardo B. et al. Um jogo didático para o ensino de microbiologia. **Experiências em ensino de ciências**, v. 15, n. 1, p. 1-23, 2020.

VIEIRA, Luis Duarte; NICOLODI, Jean Carlos; DARROZ, Luiz Marcelo. A área de Ciências da Natureza nos PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 5, p. 105-122, 2021.

WOMMER, Fernanda Gabriela Bitencourt; MICHELOTTI, Angela; DA SILVA LORETO,

Elgion Lúcio. Proposta didática para o ensino de biologia celular no ensino fundamental: a história da ciência, experimentação e inclusão. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, v. 12, n. 2, p. 190-197, 2019.

ZHONGGEN, Yu. A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. ***International Journal of Computer Games Technology***, v. 2019, 2019.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

Professor: Ramon Teixeira Brito

Disciplina: Biologia

Série/Turma: 2º ano - Ensino Médio

1. ASSUNTO

Cianobactérias e Água: Compreendendo a função ecológica das Cyanophytas e a importância do tratamento de água pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE).

2. JUSTIFICATIVA DO ASSUNTO

A Base Nacional Comum Curricular objetiva práticas pedagógicas que incentivam a concepção de questões sociais e a integração do indivíduo ao conhecimento contextualizado. O ensino sobre os obstáculos ligados ao tratamento da água é fundamental para conscientizar o sujeito sobre seu caráter finito e essencial à vida. As cianobactérias vislumbram como um grupo de interesse comercial e sanitário, logo seu estudo e suas relações são fundamentais para entender as dinâmicas em ecossistemas aquáticos. Visto isso, o discernimento associado ao trabalho de monitoramento da CAGECE, mais precisamente do Laboratório de Hidrobiologia, acerca das cianobactérias, é importantíssimo para o conhecimento e formação do estudante, pois incide em dois tópicos de interesse futuro global: saúde pública e preservação ambiental.

3. COMPETÊNCIAS

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar

previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

4. HABILIDADES

(EM13CNT202) => Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT206) => Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

5. RECURSOS E PRECEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A atividade ocorrerá em duas aulas, em momentos diferentes, com uma turma do 2º ano do Ensino Médio. A primeira aula iniciará com um momento de reconhecimento do nível técnico da turma quanto a temática *cianobactérias e água*. De forma a acolher as respostas dos alunos, o professor fará perguntas-chaves do tipo “Vocês já ouviram falar sobre fitoplâncton?”, “Alguém sabe o que são algas azuis?”, “Quem trata a água e esgoto da cidade de Fortaleza?”. Respostas curtas que qualificam o assunto podem ser deixadas explícitas no quadro, construindo uma linha de raciocínio. Baseado nessa troca de ideias com os alunos e observando seu nível de reconhecimento com o tema, o professor apresentará um questionário base, antes de ministrar o conteúdo teórico em si. O conteúdo tem perguntas simples sobre o tema e o *brainstorm* executado inicialmente tende a retomar alguns conhecimentos à memória. Após a aplicação desse questionário, o professor transcorrerá com a aula expositiva dialogada em slides, ressaltando a importância ecológica do grupo Cyanophyta, descrevendo características e apresentando o trabalho de monitoramento da água pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE). A aula ainda contará com modelos de organismos em massa de modelar, a fim de elucidar a proporção das células, aspectos morfológicos e etc. A segunda aula,

executada em um outro momento com a turma, trará o jogo *Ciano Quiz* como foco. O jogo foi produzido por alunos de pós-graduação da PUC - Minas Gerais, com o objetivo de “*contribuir para uma abordagem lúdica e contextualizada dos impactos no meio ambiente e na saúde humana da contaminação das águas com cianobactérias*”. Os estudantes serão divididos em grupos de acordo com o tamanho da turma, com o máximo de 7 alunos por grupo. A eles serão dadas miniplacas com as alternativas A, B, C e D para que respondam às perguntas do quiz. Os grupos terão um minuto para conversar entre si e escolher a melhor alternativa após a exposição da pergunta. É interessante que nesse momento o professor conte com um data show para uma maior imersão no processo do jogo. Todos os grupos serão premiados com doces pela participação na atividade. Um questionário final será aplicado com o objetivo de identificar se o conteúdo lecionado, com a metodologia abordada, foi eficiente para construção de saberes; o que ficou para os alunos, quanto a ações que eles podem exercer em suas comunidades para diminuir a problemática de rejeitos na água, se o método de aula foi agradável e conciso, entre outras.

6. AVALIAÇÃO

A avaliação será dada mediante o emprego e análise de questionários antes e após a aula expositiva dialogada.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

LABORATÓRIO DE MICROALGAS CONTINENTAIS DA UEL. Cianobactérias. Youtube, 18 de outubro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dvXC-qaLEsg&t=9897s&ab_channel=Laborat%C3%B3riodeMicroalgasContinentaisdaUEL>. Acesso em: 02 de nov. de 2022.

NUNES, Poliana Rodrigues; CHAVES, Andréa Carla Leite. Ciano quiz: um jogo digital sobre cianobactérias como instrumento para a educação ambiental no ensino médio. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, v. 7, n. 3, p.324-349, 2017.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-AULA

QUESTIONÁRIO PRÉ-AULA	
1º	<p>Procariontes são:</p> <p>a) Seres unicelulares, que vivem exclusivamente em ambientes aquáticos. b) Seres pluricelulares, que realizam fotossíntese e vivem em diversos ambientes. c) Seres unicelulares, capazes de viver em diversos ambientes e com elevada complexidade celular. d) Seres unicelulares, com baixa complexidade celular e que vivem em diversos ambientes.</p>
2º	<p>Já as cianobactérias são organismos procariontes que se caracterizam por:</p> <p>a) Realizar fotossíntese e pela produção de cianotoxinas, que trazem riscos à saúde. b) Fazer parte do fitoplâncton e serem restritas ao ambiente aquático. c) Realizar fotossíntese e possuir elevada complexidade celular. d) São protistas unicelulares fundamentais para a produção de oxigênio.</p>
3º	<p>Você acredita que monitoramento/estudo de cianobactérias é importante para o tratamento da água?</p> <p>a) Sim, pois são um grupo bem variado de organismos que ocupam muitos ambientes e produzem toxinas. b) Não muito, apesar de ser um grupo grande, não são de interesse público ao tratamento de água. c) Sim, pois as cianobactérias podem ser usadas como alimento e são inofensivas. d) Sim, pois são organismos descobertos recentemente e sofrem com o processo de seleção natural de forma acelerada.</p>
4º	<p>A Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) é a responsável por gerir os recursos hídricos no estado. Dentre as atividades realizadas pela Cagece estão:</p> <p>a) Tratamento de esgoto, recuperação de mananciais eutrofizados e fornecimento de energia elétrica. b) Coletar a água e abastecer a população, tratar do esgoto e desenvolver pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias no saneamento básico.</p>

	<p>c) Distribuir água nacionalmente e cuidar do tratamento de esgoto nas principais Estações de Tratamento de Água.</p> <p>d) Coletar e abastecer água para todo o Ceará.</p>
5º	Você considera necessário estudar e preservar a água? Justifique!

APÊNDICE C – PERGUNTAS APRESENTADAS DO JOGO CIANO QUIZ

PERGUNTAS APRESENTADAS DO JOGO CIANO QUIZ	
1º	<p>Quais dos sinais abaixo podem ajudar a identificar uma água com floração de cianobactérias?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. cor marrom e bolhas de gás b. cor azul-esverdeada, produção de espumas e morte de peixes c. cor azul-esverdeada e ausência de odor d. cor vermelha, presença de odores e de espuma
2º	<p>Algumas cianobactérias podem trazer benefícios a saúde animal por:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. produzirem toxinas b. produzirem gás carbônico c. produzirem amônia d. produzirem nutrientes
3º	<p>Algumas atitudes ecológicas podem contribuir para diminuir a contaminação das águas por cianobactérias. Das atitudes abaixo, qual você aconselharia para contribuir na prevenção da floração por cianobactérias das águas?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. evitar o desmatamento b. evitar queimadas c. evitar lançar esgotos domésticos e industriais nas águas d. evitar a poluição do ar
4º	<p>Algumas atividades humanas contribuem para a eutrofização e consequente aumento da floração por cianobactérias. Das atividades abaixo qual deve ser evitada para diminuir a floração?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. liberação de esgotos domésticos nos rios b. jogar papel nas vias públicas c. liberação de dióxido de carbono na atmosfera d. liberação de monóxido de carbono nos rios
5º	<p>As hepatotoxinas afetam qual órgão dos seres vivos?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. fígado b. cérebro c. estômago d. pele
6º	<p>Alguns seres vivos são capazes de produzir toxinas. Dos seres vivos abaixo qual é o produtor da cianotoxinas?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. bactérias

	<ul style="list-style-type: none">b. algas planctônicasc. cianobactériasd. fungos
7º	<p>As águas com floração de cianobactérias tornam-se impróprias para o consumo animal. Assinale a alternativa que permite o tratamento das águas contaminadas tornando-a própria para o consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none">a. fervura da águab. filtração da água com filtro convencionalc. cloração da águad. nenhuma das respostas anteriores
8º	<p>As cianobactérias, são seres autotróficos, que realizam alguns processos metabólicos para sobreviver em ambientes aquáticos. Qual dos processos abaixo libera oxigênio na água e pode ser realizado pelas cianobactérias?</p> <ul style="list-style-type: none">a. fermentaçãob. fotossíntesec. produzem amôniad. respiração anaeróbia
9º	<p>Dos fenômenos ambientais abaixo qual está diretamente relacionado com a floração das águas por cianobactérias?</p> <ul style="list-style-type: none">a. eutrofizaçãob. aquecimento globalc. inversão térmicad. poluição do ar
10º	<p>Ao retirar um peixe de uma água contaminada com cianobactérias que produzem dermatotoxinas, um pescador poderá apresentar os seguintes sintomas:</p> <ul style="list-style-type: none">a. convulsões e parada respiratóriab. hemorragia e diarreiac. vermelhidão e irritação nos braços e lesões nos olhosd. fraqueza muscular e desequilíbrio

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS-AULA

QUESTIONÁRIO PÓS-AULA	
1º	<p>Você acredita que a aula promovida e os recursos didáticos trabalhados foram importantes para o seu conhecimento e formação escolar?</p> <p>a) Sim, gostei muito da aula e dos materiais expostos, como o jogo e os modelos de células. b) Sim, gostei da aula, mas acredito que possa melhorar. c) Não, acho que o professor poderia ter adotado outra metodologia para apresentar o conteúdo. d) Um pouco, mas acredito ser importante para o meu conhecimento.</p>
2º	<p>Você considera o trabalho da Companhia de Água e Esgoto do Ceará fundamental para a gestão da água? Por quê?</p>
3º	<p>As florações de cianobactérias com produção de cianotoxinas podem ser tratadas através de:</p> <p>a) Adição de cloro na água a fim de destruir as células. b) Membranas que acumulam boa parte da matéria orgânica. c) Carvão ativado, mas o monitoramento e cuidado com o descarte correto de resíduos é a principal forma de prevenção, visto os custos. d) Retirada de macrófitas, como o aguapé, que ficam no entorno dos mananciais</p>
4º	<p>Que ação você poderia tomar para ajudar o saneamento em seu bairro e diminuir a problemática de florações de cianobactérias e produção de toxinas?</p>
5º	<p>Você considera compreender com maior eficácia a temática água/cianobactérias quando elas são abordadas em formato:</p> <p>a) De jogos, físicos ou eletrônicos, que envolvam perguntas e trabalho em grupo. b) De aulas práticas em laboratório e com modelos táteis de células. c) De aulas expositivas no quadro ou em slides, e momento para “tira-dúvidas”. d) De textos norteadores e resolução de questões sobre o assunto.</p>