

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática**

**Poliana Rodrigues Nunes**

**“CIANOQUIZ”:**  
**um jogo digital sobre cianobactérias para o ensino médio**

**Belo Horizonte**

**2013**

**Poliana Rodrigues Nunes**

**“CIANOQUIZ”:  
um jogo digital sobre cianobactérias para o ensino médio**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Carla Leite Chaves

**Belo Horizonte**

**2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

N972c Nunes, Poliana Rodrigues  
“CianoQuiz”: um jogo digital sobre cianobactérias para o ensino médio /  
Poliana Rodrigues Nunes. Belo Horizonte, 2013.  
122f.: il.

Orientadora: Andrea Carla Leite Chaves  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Cianobactérias – Estudo e ensino. 2. Jogos educativos. 3. Jogos eletrônicos.  
4. Ensino ambiental. 4. Ensino médio. I. Chaves, Andrea Carla Leite. II.  
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação  
em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 628.16

**Poliana Rodrigues Nunes**

**“CIANOQUIZ”:  
um jogo digital sobre cianobactérias para o ensino médio**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

---

Profa. Dra. Andréa Carla Leite Chaves (Orientadora) -PUC-MINAS

---

Profa. Dra. Juliana Campos de Pinho Resende - PUC Minas

---

Profa. Dra. Cláudia de Vilhena Schayer Sabino- PUC Minas

Belo Horizonte, 20 de junho de 2013.

*Aos meus pais José Wilson e Ana Maria, aos meus irmãos e em especial o meu amor Farlei pelo incentivo e apoio a todas as minhas escolhas e decisões.*

*A Vitória, desta conquista, com todo o meu amor, unicamente, a vocês!*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me conduzido até aqui e ter me dado tanta força para suportar todos os obstáculos que enfrentei durante estes dois anos e pela certeza que me levará ainda mais longe.

Aos meus pais, **José Wilson e Ana Maria**, pelo amor incondicional e por ser meu alicerce.

Aos meus irmãos, **Júnior e Wendel**, pelo companheirismo e amizade.

Aos meus sobrinhos pela alegria.

Ao meu querido esposo **Farlei**, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Pelo seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho!

À minha querida orientadora **Andréa** por ter acreditado desde o primeiro momento em mim, por te me incentivado e me dado oportunidade de fazer parte **do projeto conhecendo o Impacto ambiental e o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias**, e pelo seu carinho, afetividade e humanidade.

Aos meus amigos pelo incentivo, amizade e apoio e em especial a minha amiga **Rose** por ser uma das minhas maiores incentivadoras desde o primeiro momento.

Às meninas que fizeram parte do projeto por terem me ajudado tanto.

Aos professores, funcionários do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.*  
*Marthin Luther King.*

## RESUMO

Esta dissertação apresenta e descreve o processo de elaboração, aplicação e avaliação de um jogo pedagógico – *CianoQuiz* - voltado para os alunos do ensino médio. Seu objetivo é contribuir para uma abordagem lúdica para o tema *Impactos da contaminação das águas por cianobactérias sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana*. Para a elaboração deste recurso digital, levou-se em consideração a relevância da contextualização e da transversalidade para o ensino do tema meio ambiente, sob os ditames dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Como metodologia, utilizou-se o lúdico, a interatividade e a resolução de situações-problemas do cotidiano, aliados aos recursos multimídias, como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Foi elaborado também um tutorial para facilitar o uso do jogo de forma construtiva e produtiva no contexto escolar. Em seguida à elaboração do jogo e de seu tutorial, procedeu-se à aplicação de questionários para avaliação do jogo pelos os alunos e professores. Na avaliação do jogo pelos os alunos, destaca-se a possibilidade de participação em uma atividade que foge da metodologia tradicional e do método conteudista, e que o jogo apresenta e a inclusão, no jogo, de um assunto interessante, que tem relação com o cotidiano, é motivador, desperta interesse, faz pensar sobre ações do dia-a-dia e colabora para que haja mudanças de atitudes na vida. A avaliação da aprendizagem mostrou que o *CianoQuiz* favoreceu a assimilação de conhecimentos específicos sobre a temática abordada. Os professores relataram que o jogo e tutorial apresentaram **facilidade** de uso com informações atualizadas, claras e objetivas. Espera-se que os recursos didáticos elaborados neste trabalho sejam úteis no contexto do ensino médio, que desperte interesse da comunidade escolar para o uso de recursos digitais com temáticas relacionadas ao meio ambiente nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente sobre o problema da floração de cianobactérias e sua importância na preservação de recursos hídricos. Finalmente, espera-se que a abordagem usada contribua para a construção da cidadania, o aprimoramento dos conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades e competências nas áreas de biologia, de educação ambiental e de saúde.

**Palavras-chave:** Cianobactérias. Jogo. Recurso didático digital. Educação ambiental. Ensino médio.

## ABSTRACT

This dissertation describes the processes of elaboration, application and evaluation of a computing game - *CyanoQuiz* - meant for high school students. Its objective is to implement a ludic approach for the topic *Impacts of water cyanobacteria contamination over the environment and human health*. For the elaboration of this digital pedagogical resource, the relevance of contextualization and transversality for the teaching of the topic environment under the principles of the PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) were taken into account. Methodology included the ludic approach, interactivity, and daily problem-solving solutions plus computing as facilitators of the teaching/ learning process. A tutorial was also produced to facilitate a constructivist and productive way of using the game in the classroom. The next procedures after the elaboration of the game and of its tutorial were the game application and evaluation by teachers and students. The students' evaluation highlights both the possibility of participating in an activity different from the ones in traditional and content methodologies and the inclusion of an interesting topic related to routine, which is motivating, arouses students' interest, makes them think about daily actions and collaborates in students' attitude changes. Learning evaluation revealed that the *CyanoQuiz* favored the assimilation of a specific knowledge about the theme approached. Teachers reported that the game and the tutorial were easy to apply as they brought updated, clear and objective information. It is expected that the digital pedagogical resources elaborated in this dissertation be useful in high school, that it stimulates the schooling community's interest for the use of digital resources with topics related to the environment and especially involving cyanobacteria blooming problem and its relevance for the preservation of hydric resources. Finally, researcher expects that the approach used contributes citizenship building, scientific knowledge improvement and skill and competencies development in the fields of Biology, Environment education and human health.

Key words: Cyanobacteria. Game. Digital didactical resources. Environmental education. High School.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Tela inicial do jogo CianoQuiz conhecendo os risco para saúde da contaminação das águas com cianobactérias.....	55
FIGURA 2 - Tela que mostra a valorização das questões, número das questões número de jogadores e número de jogadores.....	56
FIGURA 3 - Tela que apresenta os personagens para que seja selecionado qual personagem os alunos querem ser durante o jogo .....	56
FIGURA 4 - Tela que mostra o personagem e nome escolhido pelo jogador e o link continuar para iniciar a pergunta número 1 do jogo .....	57
FIGURA 5 - Tela com o número e perguntada questão a ser respondida as opções de resposta e o link para responder .....	58
FIGURA 6 - Tela informando se a questão está correta (A) ou incorreta (B), com informações que justificam o erro ou o acerto e o link para continuar.....	58
FIGURA 7 - Tela evidenciando o nome e o personagem do segundo jogador e o link continuar.....	59
FIGURA 8 - Tela apresentando o resultado final do jogo e estatísticas do desempenho de cada jogador.....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Satisfação dos alunos das turmas 1 e 2 ao participar do jogo.....	68
GRÁFICO 2 - Análise das respostas dos alunos da turma 1 .....	73
GRÁFICO 3 - Análise das respostas dos alunos da turma 2 .....	73

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Estruturas químicas.....	32
QUADRO 2 - Perguntas do jogo .....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Avaliação Pedagógica do jogo CianoQuiz pelos alunos das turmas 1 e 2 .....	66
TABELA 2- Aspectos do jogo mais apreciados pelos alunos das turmas 1 e 2 .....	70
TABELA 3 - Aspectos do jogo menos apreciados pelos alunos das turmas 1 e 2 ....	70
TABELA 4a - Tempo de docência dos professores.....	77
TABELA 4b- Formação dos professores.....	77
TABELA 4c - Disciplina que leciona .....	77
TABELA 5 - Avaliação pedagógica do jogo e do tutorial pelos professores.....	78

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CBC- Conteúdo Básico Comum

EA - Educação Ambiental

INEP- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MEC- Ministério de Educação

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio

PRONEA- Programa Nacional de Educação Ambiental

RIVED - Rede internacional virtual da educação

SEE-MG- Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 Educação Ambiental (EA) no currículo escolar.....	18
2.1.1 A água e as cianobactérias no contexto do ensino .....	22
2.1.2 As cianobactérias.....	29
2.1.3 A utilização de jogos no ensino.....	36
2.1.4 Os jogos digitais .....	43
2.1.5 O uso de jogos na Educação Ambiental (EA).....	45
<b>3 OS PRODUTOS EDUCATIVOS .....</b>	<b>49</b>
3.1 Processo de elaboração do jogo e do tutorial.....	49
<b>4 O JOGO E O TUTORIAL .....</b>	<b>54</b>
4.1 O jogo CianoQuiz “conhecendo o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias” .....	54
4.2 Tutorial do CianoQuiz .....	60
<b>5 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CianoQuiz .....</b>	<b>61</b>
5.1 Relato de experiência: aplicação do jogo no contexto da sala de aula.....	61
5.1.1 Avaliação do jogo CianoQuiz pelos alunos .....	63
<u>5.1.1.1 Metodologia .....</u>	<u>63</u>
<u>5.1.1.2 Resultados .....</u>	<u>66</u>
5.1.2 Avaliação do jogo CianoQuiz pelos professores .....	76
<u>5.1.2.1 Metodologia .....</u>	<u>76</u>
<u>5.1.2.2 Resultados .....</u>	<u>78</u>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A - Perguntas e respostas do jogo CianoQuiz .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE C- Palestra sobre cianobactérias .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE D - Avaliação do JOGO CIANO QUIZ pelos alunos.....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE E - Avaliação do JOGO CIANO QUIZ pelos alunos.....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE F- Avaliação do JOGO CIANO QUIZ e do tutorial pelos .professores.....</b>	<b>122</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de Educação Ambiental (EA) é muito amplo por isso não existe uma definição exata para ela. A Educação Ambiental caracteriza-se por incorporar as dimensões socioeconômicas, políticas e cultural, por isso, não existe uma definição universal, pois, ela difere em cada região, em cada país..Entretanto é consenso que a EA deve levar as pessoas a exercer a sua cidadania, fazendo-as compreender que o meio ambiente deve ser preservado e seus recursos utilizados de forma sustentável. A Constituição Federal de 1988 em seu Art. 205 afirma que a educação é um direito de todos, sendo, portanto dever do Estado e da família, e deverá ser promovida e incentivada juntamente com a sociedade, tendo em vista o desenvolvimento do ser para a conscientização crítica de cidadão. Seu Art. 225 coloca que todos os seres têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial a uma qualidade de vida saudável, sendo dever do Poder Público e da sociedade defendê-lo e preservá-lo para todas as gerações (BRASIL, 1988). Assim, é dever do Estado promover a Educação Ambiental (EA) em todos os níveis de ensino, além de condicionar a conscientização pública para a preservação do meio ambiente ( BRASIL, 1988).

A deterioração dos recursos hídricos pelas múltiplas atividades humanas vem alterando a qualidade da água em rios, lagos e represas. Desta forma a preservação das águas torna-se uma ação necessária para mantermos o que ainda existe dos recursos hídricos e um tema fundamental de ser trabalhado na EA.

Uma das causas da degradação dos ecossistemas aquáticos, especialmente rios, lagos, lagoas e represas, é o aumento da ocorrência de florações de cianobactérias. Evidências fósseis sugerem que as cianobactérias estavam entre os primeiros seres vivos a habitarem o planeta, dominando a biota do pré-cambriano há aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Por possuírem fisiologia versátil e estratégias adaptativas em resposta às mudanças das condições do meio, as cianobactérias podem dominar sobre outros grupos de fitoplâncton, especialmente em ambientes eutrofizados (GOMES, 2008). Segundo definições propostas por alguns pesquisadores, Ferreira et al., (2004), Furtado (2007), Chaves et al., (2009), Molica e Azevedo (2009), as cianobactérias são conhecidas como cianofíceas ou algas azuis, pertencentes à classe de microrganismos procarióticos, aqueles que não possuem

qualquer tipo de membrana para compartimentalização de DNA e outras organelas, autotróficas produtoras de seu próprio alimento por meio de fotossíntese e possuem características típicas de organismos diazotróficos fixadores de nitrogênio. A ocorrência de florações de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos tem sido registrada no mundo todo (WHO, 2003). A presença das cianobactérias nas águas produz um impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana. As cianobactérias podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave desequilíbrio se refere à liberação de toxinas, que não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais e nem pela fervura (CHAVES, 2011). Essas toxinas podem ocasionar a morte de peixes, crustáceos, aves e outros animais domésticos (SALOMOM et al., 1996) e até morte de seres humanos (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

No desempenho das minhas funções como educadora há nove anos na Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais (SEE-MG), especificamente há sete anos no ensino médio, tenho observado que ao trabalhar determinados temas relacionados a EA os alunos apresentam certas dificuldades em assimilar alguns conteúdos e muitas vezes não conseguem absorver o que foi ensinado e, às vezes, até conseguem absorver, mas não conseguem colocar em prática e transformar as informações em conhecimento concreto. A SEE-MG realiza vários projetos de cunho social que vai desde programa afetivo sexual e meio ambiente até intervenções pedagógicas para aumentar o nível de aprendizagem dos alunos, todos com grande referência a nível estadual, dando assim suporte para que os educadores possam contribuir de alguma forma com o processo e ensino e aprendizagem do educando.

Sendo assim, durante o exercício da profissão de docente na rede estadual de ensino foi sendo sedimentado um desejo de construir novos recursos que contribuíssem no processo de ensino aprendizagem de conceitos de biologia e de EA ajudando os alunos a construir seu próprio conhecimento. Esse desejo veio de uma inquietação que surgiu desde os primeiros momentos que comecei exercer a função de educadora, pois observei que os alunos tinham dificuldades em construir e por em prática o conhecimento, ou seja levá-lo para sua vida e para o seu convívio familiar.

Nos últimos anos tem se buscado novas alternativas de ensino para desencadear o processo de ensino/aprendizagem em diversas áreas, uma dessas

alternativas é a utilização de jogos na escola. O uso do jogo aliado aos avanços da tecnologia pode ser um grande instrumento no processo de aprendizagem. Como ponderam Almeida, Coutinho e Chaves, ao reconhecerem a importância da utilização de recursos multimídia no ensino de Biologia e a necessidade do entendimento de sua real contribuição no processo ensino/aprendizagem. (ALMEIDA; COUTINHO; CHAVES, 2009).

Segundo Piaget a aprendizagem com crianças deve contemplar a brincadeira e o jogo é um tipo de atividade particularmente poderosa para o exercício da vida social e da atividade construtiva da criança. (PIAGET, 1993). De acordo com Balestro e Montovani, o jogo possui duas funções educativas: uma função lúdica, na qual a criança encontra prazer ao jogar, e uma função educativa, através da qual o jogo ajuda a desenvolver o conhecimento da criança e sua apreensão do mundo. (BALESTRO; MONTOVANI, 2004). Assim sendo, os jogos podem constituir um excelente instrumento para ajudar nossos alunos a se envolverem em projetos que representem situações significativas e que, simultaneamente, darão subsídios e/ou suporte para acontecimentos futuros (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005). Os jogos podem ser utilizados na educação como método inovador no processo de aprendizagem principalmente nas soluções de situações-problemas, como: degradação do meio ambiente, a saúde, problemas sócio-ambientais entre outros. Enfim, o professor pode estimular os alunos durante o uso do jogo, além da competitividade que naturalmente já existe, ao trabalho em equipe, a análise de ações, a proposição de solução para situações-problemas e a ampliação dos conhecimentos.

Diante do exposto essa dissertação tem como objetivo principal elaborar, aplicar e avaliar um jogo multimídia, voltado para alunos do ensino médio, sobre os impactos no meio ambiente e na saúde humana da contaminação das águas por cianobactérias. Para tal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Desenvolver, utilizando recursos multimídia, um jogo sobre os impactos no meio ambiente e na saúde humana da contaminação das águas com cianobactérias para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem dessa temática no ensino médio;
- b) Testar o jogo desenvolvido em situações de ensino/ aprendizagem em sala

- de aula, com os alunos do ensino médio;
- c) Avaliar o impacto da utilização do jogo no processo de ensino/aprendizagem da temática;
  - d) Produzir um tutorial para auxiliar os professores do ensino médio a utilizarem o jogo no contexto da sala de aula.

Esse trabalho foi organizado em seis capítulos:

Este capítulo introdutório, onde fizemos o levantamento da nossa problemática, argumentamos sobre a relevância do tema, e foram apresentados nossos objetivos;

O segundo capítulo que traz o referencial teórico adotado, sendo importante para a sedimentação e a estruturação da dissertação;

O terceiro capítulo apresenta o processo de elaboração dos produtos educativos produzidos nessa dissertação - um jogo multimídia e um tutorial que orienta os usuários a instalar e operar o jogo;

O quarto capítulo consiste na apresentação do jogo **CianoQuiz “Conhecendo o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias”** e do seu tutorial;

O quinto capítulo expõe a metodologia e os resultados da aplicação e avaliação do jogo CianoQuiz por alunos e professores do ensino médio;

O sexto e último capítulo traz as considerações finais baseadas na análise dos capítulos apresentados anteriormente;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Educação Ambiental (EA) no currículo escolar

Diante da intensa degradação que assola os recursos naturais no mundo, sabe-se que a escola deve funcionar como um dos ambientes propícios para conscientizar a população sobre essa problemática, pois, é nela que o aluno está inserido podendo atuar de maneira concreta na preservação do meio ambiente .

Sobre a inserção do tema meio ambiente no currículo escolar, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) colocam que ele deve estar inserido como tema transversal, juntando-se a ética, a pluralidade cultural, saúde e orientação sexual. Nesse sentido, a elaboração dos PCN deve ser compreendida como um avanço na direção da conquista efetiva da equidade em educação e no futuro, equidade sócio-econômica, embora também seja verdade que existem muitos elementos obscuros ou genéricos demais, acarretando lacunas a interpretação dos PCNs (OLIVEIRA, 2004).

Em 1997, os PCNs trouxeram uma proposta de se trabalhar o currículo escolar com temas transversais, escolhidos de acordo com a urgência e a abrangência. Assim, o meio ambiente foi introduzido oficialmente nos currículos escolares brasileiros como tema transversal (MACHADO, 2007). Os conteúdos relacionados ao Meio ambiente deverão ser integrados ao currículo através da transversalidade, pois devem ser tratados nas diversas áreas do conhecimento, de modo a impregnar toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, criar uma visão global e abrangente da questão ambiental (BRASIL, 1998).

De acordo com os PCN, sobre o tema transversal meio ambiente, a escola deve:

Oferecer meios efetivos para cada aluno compreender fatos naturais e humanos referentes à temática ambiental, desenvolver suas potencialidades e adotar posturas pessoais e comportamentos sociais que lhe permitam viver numa relação construtiva ambientalmente sustentável socialmente justa, protegendo, preservando todas as manifestações de vida do planeta; e garantindo as condições para que ela prospere em toda a sua força, abundância e diversidade. (BRASIL, 1998, p.39).

Na opinião de Medina, a inclusão da Educação Ambiental (EA) no currículo de forma transversal, causa um processo de inovação educativa englobando todo o conjunto do coletivo escolar (professores, alunos e comunidade) e as instâncias decisórias e responsáveis das secretarias da Educação Estaduais com o apoio das Delegacias do MEC nos Estados. (MEDINA, 1999).

O problema ambiental requer atenção imediata e mudança de atitude de toda a sociedade, por isso, a importância da escola. Nela existem mentes que podem ser moldadas para que tenhamos uma sociedade consciente utilizando os recursos naturais de forma sustentável. Diante disso, o tema meio ambiente deve estar em foco não só na disciplina biologia, mas em todas as disciplinas, por isso, a importância da transversalidade relatada nos PCNs. Assim a EA compila, articula e reorienta várias disciplinas e experiências educativas que facilitam a percepção integrada do meio ambiente tornando possível uma ação mais racional e capaz de responder às necessidades sociais (DIAS, 1994).

A inserção dos temas ambientais no currículo escolar abre a possibilidade de discussões e debates dentro da sala de aula e mesmo na escola, propondo mudanças de atitudes e valores nos estudantes para que eles possam exercer a cidadania percebendo assim a responsabilidade social de cada um de nós.

Penteado entende que

[...] o desenvolvimento da cidadania e a formação da consciência ambiental tem na escola um local adequado para sua realização através de um ensino ativo e participativo, capaz de superar os impasses e insatisfações vividas de modo geral pela escola, calcado em modos tradicionais (PENTEADO, 2000, p. 54).

Diante da importância do papel da escola na formação dos estudantes com relação a crise ambiental das últimas décadas e a preocupação intensa em compreender a complexidade do meio ambiente e a crise de valores humanos em nossa sociedade, os PCNs enfatizam os caminhos metodológicos que os educadores devem trilhar para que os estudantes cheguem de fato a uma visão sustentável do meio ambiente. Pode-se perceber que, os PCNs estruturam-se como um documento de referência para escola ao trazer caminhos metodológicos para a inserção da temática ambiental na educação escolar, tornando-se um material de apoio importante para os educadores (CARVALHO, 2001; MEDINA, 2001; SATO, 2001; SORRENTINO, 2001).

A crise ambiental das últimas décadas é um tema muito abordado e a sobrevivência do planeta tem sido assunto bastante discutido na atualidade, e, há anos, a implementação da EA entra em discussão. No entanto, mais do que nunca, temos a necessidade de assimilar que a EA “anda junto” com a educação, e partindo-se do princípio de que ela é o aprendizado de como gerenciar e evitar desastres ambientais devemos, utilizando o conceito de sustentabilidade, visar a melhora dos sistemas ambientais enquanto membros da biosfera (SATO, 2001).

Nesse contexto, a EA possui tantos objetivos quanto a educação propriamente dita, pois deve contribuir para as mudanças de atitudes em relação ao ambiente, sendo que esta é uma das metas educacionais (SATO, 2004).

Dias, descreve que EA tem o seguinte objetivo

[...] tornar possível o desenvolvimento e novos conhecimentos e habilidades, valores e atitudes, visando a melhoria da qualidade ambiental e, efetivamente, a elevação da qualidade de vida para gerações presentes e futuras. (DIAS, 1994, p. 60).

Há inúmeras definições para conceito de EA, entretanto uma das mais concisas foi a concedida na conferência de Tbilisi (1977), onde a EA foi apontada “[...] Como meio educativo pelo qual se podem compreender de modo articulando as dimensões ambientais e sociais, problematizar a realidade e buscar as raízes da crise civilizatória.” (LOUREIRO, 2004).

De acordo com Penteado, a EA se torna uma importante ferramenta política e pedagógica para a busca da integração entre as disciplinas escolares privilegiando a abordagem das ciências naturais e sociais de forma preservacionista e conservacionista deflagrando discussões mais profundas sobre a política, cultura, meio ambiente, sociedade e ética, tornando a escola o local ideal para promover este processo, tendo as disciplinas escolares como recursos didáticos através dos quais os conhecimentos científicos de que a sociedade já dispõe são colocados ao alcance dos alunos. (PENTEADO, 2000).

Sato amplia a descrição da EA como:

Um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio para entender e apreciar as inter-relações entre seres

humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para melhoria da qualidade de vida (SATO, 2004, p. 23-24).

De acordo com os PCNs, o estudo sobre o meio ambiente deve ser efetivado com uma abordagem integrada, em que o professor possa considerar o contexto local, a realidade, suas experiências, assim como a dos próprios alunos. (BRASIL, 1998).

A contextualização do ensino da EA e, em si, na biologia, significa aproximar ao máximo do cotidiano dos alunos levando-os a vivenciar a realidade do local em que vivem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) o ensino contextualizado trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências e de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade.

É neste sentido que para Medina a EA está mais próxima da realidade, tornando-se assim:

[...] um processo que consiste em propiciar as pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa a respeito de questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização dos recursos naturais, para melhoria da qualidade de vida e eliminação da pobreza extrema e consumismo desenfreado. A educação ambiental visa à construção de relações sociais, econômicas e culturais capazes de respeitar e incorporar as diferenças (minorias étnicas, populações tradicionais), à perspectiva da mulher e à liberdade para decidir caminhos alternativos de desenvolvimento sustentável (MEDINA apud MEDINA, 2001, p.17-18).

A EA, devidamente entendida, deveria constituir uma educação permanente, geral, que reaja às mudanças que se produzem em um mundo com rápida evolução. Essa educação deveria preparar o indivíduo, mediante a compreensão dos principais problemas do mundo contemporâneo, proporcionando-lhe conhecimentos técnicos e qualidades necessárias para desempenhar uma função produtiva, com vistas a melhorar a vida e proteger o meio ambiente, prestando devida atenção aos valores éticos (DIAS, 1994).

É importante que os alunos possam criar uma visão global dos problemas ambientais, e, somente depois possam visualizar a degradação de forma local sendo

levados a pensar nas atitudes que eles poderiam ter diante desta intensa degradação ambiental que afeta o nosso planeta. Assim, a EA pode contribuir de maneira ativa para ampliar a “visão” de um mundo socioambiental sustentável, lembrando que a educação, em qualquer uma de suas instâncias, transforma culturalmente o ser humano, levando-o a ter uma visão holística do mundo em sua diversidade. De acordo com Loureiro:

A Educação Ambiental Emancipatória se conjuga a partir de uma matriz que compreende a educação como elemento de transformação social inspirada no diálogo, no fortalecimento dos sujeitos, na criação de espaços coletivos de estabelecimentos das regras de convívio social, na superação das formas de dominação capitalista, na compreensão do mundo em sua complexidade e da vida em sua totalidade. Como práxis social que contribui no processo de construção de uma sociedade pautada por novos padrões civilizatórios e societários distintos dos atuais, no qual a sustentabilidade da vida, a atuação política consciente e a construção de uma ética que se afirme como ecológico sejam seu cerne (LOUREIRO, 2004,p.15).

Em sentido mais amplo, a EA deve permear a educação, entendida como um processo que propicia ao indivíduo uma visão mais abrangente, que requer continuidade, e por meio das quais atitudes e habilidades são desenvolvidas visando a atuação crítica e participativa perante a conservação das áreas naturais protegidas (CERVANTES et al.,1992).

Assim, conforme Layrargues, a EA, enquanto fator de conscientização e compreensão da complexa interação dos aspectos ecológicos que se misturam com questões políticas e econômicas, bem como sócio-culturais, deve ser priorizada dentro de um contexto que além de trabalhar pontualmente temas ambientais globais, que afetam todo o planeta, tais como a redução da camada de ozônio, as queimadas nas florestas tropicais, as chuvas ácidas e o comércio do lixo radioativo, também deve priorizar o estudo dos problemas ambientais locais que se encontram na ordem do dia que afetam as suas comunidades. (LAYRARGUES, 2000). É por esta razão que a EA pode desempenhar um importante papel na solução da crise ambiental através da conscientização e da sensibilização social (BENAYAS, 1992).

### **2.1.1 A água e as cianobactérias no contexto do ensino**

A distribuição das águas no planeta Terra é irregular, existindo regiões com

abundância de água e outra com escassez. No Brasil a distribuição de águas doces é também irregular, há regiões onde há escassez de recursos hídricos com grande concentração de população, como nas regiões altamente urbanizadas do sudoeste (TUNDISI, 2003).

O Brasil é um país que ostenta uma abundância no volume de água doce, com mais de 70% localizado na Bacia Amazônica, o que representa 12,7% do total mundial com 7,32 trilhões de metros cúbicos, o Brasil dispõe de mais água que a Rússia (4.5 trilhões), a China (2,83 trilhões), o Canadá (2,79 trilhões) e os Estados Unidos ( 2,48 trilhões), (THOMAS, 2005, p. 122).

Um dos grandes desafios para o Brasil neste século XXI é garantir o suprimento de água para as regiões metropolitanas e urbanas, uma vez que 20% da população brasileira não recebe água tratada. (TUNDISI, 2003).

Embora dependam da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, as sociedades humanas poluem e degradam este recurso, tanto às águas superficiais quanto as subterrâneas. A diversificação dos usos múltiplos, o despejo de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas e a destruição das áreas alagadas e das matas galeria tem produzido continua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas em quantidade e qualidade da água (TUNDISI, 2003 p.5).

A degradação deste recurso por problemas de poluição vem agravando as dificuldades para sua utilização e intensificando a sua escassez. Uma vez contaminada água pode se tornar-se imprestável para diversos usos, produzir desequilíbrios ambientais e, dependendo da contaminação, pode produzir agravos à saúde, (CHAVES, 2011).

A poluição das águas decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que diretamente ou indiretamente, alteram as características físicas e químicas do corpo d' água de uma maneira tal, que prejudique a utilização das suas águas para usos benéficos. As águas estão poluídas por: Hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos oxigenados, patógenos, metais, cátions, radioatividade e pesticidas. (PEREIRA, 2004).

A disponibilidade hídrica no Brasil configura um quadro até certo ponto conflituoso, ao considerar sua disponibilidade e qualidade. As pressões ocasionadas pela demanda hídrica em um ambiente de oferta tão variada, caracterizada pela abundância em algumas regiões e escassez em outras, aliadas à carência de

estruturas apropriadas, apresentam-se como comprometedoras da qualidade de vida de uma parte da população brasileira e da saúde dos ecossistemas, (BRASIL, 2006).

A contaminação dos recursos hídricos tem provocado uma degradação sistêmica, pois, os poluentes lançados nas águas superficiais pelas indústrias degradam os ecossistemas e eliminam ou restringem a continuidade da vida nesses ambientes. Um exemplo de degradação é o aumento da exploração dos recursos hídricos subterrâneos, pois as águas superficiais estão cada vez mais poluídas e impossibilitadas de captação para o consumo humano, em grande parte das cidades brasileiras. (BRASIL, 2002).

O crescimento desordenado das cidades aumenta a produção de resíduos sólidos (lixo) e esgoto a cada ano. O esgoto no Brasil tem índices variáveis de acordo com a cidade, no entanto, se considerado no todo, menos de 20% dos esgotos urbanos passam por alguma estação de tratamento para remoção de poluentes antes de chegarem aos cursos d' água, (BRASIL, 2004). Além disso, os rios ainda recebem diversos poluentes advindos dos efluentes das indústrias que podem ser alvos de vazamentos acidentais, de produtos químicos e de petróleo . A carga poluidora que escorre pelas águas pluviais leva até os rios materiais como terra, lixo e entulho que contribuem com o assoreamento dos mesmos. Poucas cidades brasileiras têm o sistema de manejo eficiente de resíduos sólidos do ponto de vista ambiental. (BRASIL, 2004; DECCA,1991).

Diante dos impactos antrópicos exercidos sobre os recursos hídricos e sobre todo o meio ambiente onde o homem ocupa e explora incessantemente a natureza, torna-se importante, estudos sobre as questões socioambientais, para realização de ações voltadas para a conservação e preservação do meio ambiente. Assim, mediante a conscientização ecológica, é que se torna importante o conhecimento, a definição e efetivação de ações sobre degradação ambiental, na ótica da sustentabilidade, preservando-se, deste modo, a comunidade biótica (LIMA; POZZOBON, 2005).

O Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) foi elaborado e aprovado em 1994, tendo os seguintes objetivos:

- a) Preparar a escola, visando a formação uma formação de consciência, atitudes e divulgação de conhecimentos voltados para a proteção do ambiente e defesa dos recursos naturais; e
- b) Propor o aprofundamento de aspectos conceituais e metodológicas da Educação Ambiental e desenvolver material didático (PELICIONI,1998).

Devido à intensa degradação dos recursos hídricos é necessário que a sociedade humana tenha conhecimento sobre aspectos que circundam este tema, pois a água é um recurso indispensável à vida. Compreender a organização sistêmica da vida é essencial para perceber o funcionamento do planeta e a ideia de que modificações ocorridas em determinados componentes do sistema interferem em muitos outros alterando as interações e, não raramente, desorganizando-as definitivamente ou por longo tempo, até que se equilibrem novamente, (BRASIL, 2000). É em virtude dessas grandes modificações no meio ambiente que devemos preparar o aluno para que, ao deparar com uma situação real, ele seja capaz de entendê-la, de se posicionar a respeito dela, com embasamento e argumentos fundamentados e contextualizados.

No ensino médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), enfatizam a importância do estudo hídrico que aborda as diferentes águas naturais como recurso e fonte de materiais para sobrevivência. Os recursos hídricos são tratados em um contexto que deve envolver diversas situações problemas, favorecendo assim a compreensão do tema.

Os PCNEM colocam ainda que

O cotidiano e as relações estabelecidas com o ambiente físico e social devem permitir dar significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia-a-dia.

Aprender sobre a sociedade, o indivíduo e a cultura ou reconhecer as relações existentes entre adultos e jovens na própria família é perder a oportunidade de descobrir que a ciências também contribuem para a convivência e a troca afetiva.

O respeito ao outro e ao público essencial a cidadania também se inicia nas relações de convivência cotidiana, na família, na escola, no grupo de amigos.

Na vida pessoal, há um contexto importante o suficiente para merecer consideração específica que é o meio ambiente, corpo e saúde.

Condutas ambientalistas responsáveis subentendem um protagonismo forte

presente, no meio ambiente imediato da escola, da vizinhança, do lugar onde se vive. Para desenvolvê-las é importante que os conhecimentos das ciências, da matemática e das linguagens sejam relevantes na compreensão das questões ambientais mais próximas e estimulem a ação para resolvê-las, (BRASIL,1999, p.81).

Sobre a relevância da água o PCN Meio Ambiente destaca:

Os rápidos avanços tecnológicos viabilizaram formas de produção de bens com conseqüências indesejáveis que se agravam com igual rapidez. A exploração dos recursos naturais passou a ser feita de forma demasiadamente intensa, a ponto de pôr em risco a sua renovabilidade. Sabe-se agora da necessidade de entender mais sobre os limites da renovabilidade de recursos tão básicos como água, por exemplo. (BRASIL,1997,p.173).

Os PCN propõem práticas educativas voltadas para o processo de ensino/aprendizagem e compreensão de questões sociais que vão além dos conhecimentos já trabalhados tradicionalmente. Diante dessa proposta enfatizada nos PCNs à temática água deixa de ser fragmentada e descontextualizada para fazer parte de temas que traduzam preocupações com sociedade.

O Conteúdo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais de biologia, tem como um dos temas centrais a “Teia da Vida”, e neste tópico é enfatizado a importância do estudo da interação dos seres vivos com o meio ambiente, propondo assim que, através do estudo deste, os alunos possam compreender o funcionamento dos ecossistemas e as inter-relações existentes na natureza. Além disso, oferece linhas argumentativas para a preservação da biodiversidade e de administração adequada do ambiente. As discussões desse tema permitem, também, que os estudantes percebam que o desenvolvimento de sociedades consoantes com os princípios de funcionamento da natureza só é possível com a redução da desigualdade social. As habilidades básicas a serem construídas são, principalmente, de: elaborar e avaliar ações de intervenção no ambiente e apresentar argumentações consistentes ao propor soluções dos problemas ambientais, com base nos conhecimentos científicos, (MINAS GERAIS, 2006, p.19).

O ensino sobre água nas escolas é importantíssimo no processo de conscientização dos alunos principalmente com relação à preservação deste recurso natural finito. A poluição das águas compromete a capacidade de renovação deste

recurso. Devemos lembrar que a água que utilizamos é a mesma de milhões de anos, ela muda apenas o seu estado físico em um ciclo que é eterno. A qualidade de vida está diretamente vinculada à qualidade da água que se bebe, do ar que se respira, dos alimentos que se consome e da saúde que se obtém por meio desse conjunto, sem isso nada adiantará toda riqueza, (BRASIL, 1997, p.184).

O PCN+ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, (BRASIL, 2002), afirma que o estudante deve:

- a) Compreender o ciclo da água na natureza, bem como os problemas de diferentes naturezas causadas pela intervenção humana e por fenômenos naturais;
- b) Desenvolver competências como: compreender o comportamento da água e de soluções aquosas nos ciclos naturais e no sistema produtivo; buscar informações, analisar e interpretar textos e comunicações referentes ao conhecimento científico tecnológico associado a problemas da hidrosfera e avaliar, julgar e tomar decisões sobre a poluição e o tratamento da água.

Nesse sentido, no ensino de ciências, há que se considerar questões relacionadas a problemas ambientais tais como poluição atmosférica, uso de agrotóxicos, poluição das águas, aquecimento global, etc., os quais são efeitos do desenvolvimento científico e tecnológico. Diante disso, buscar a vinculação dos conteúdos científicos com temas ambientais de relevância social é uma ação fundamental no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica em relação ao ambiente, (SANTOS, 2007).

Souza et al., em seu artigo que trata da abordagem do tema água nos livros didáticos do ensino médio apontam que alguns livros utilizados na formação dos alunos, tanto das escolas particulares quanto de escolas públicas, são considerados insatisfatórios com relação a como esse tema de suma importância para educação ecológica e de cidadania é abordado. (SOUZA et al., 2009). Diante das discussões em relação à crise socioambiental atual a educação para água deva ser realizada a partir de abordagem das dimensões espacial e temporal, considerando nesta última o tempo geológico e a história humana, sem a qual não é possível enfrentar a fragmentação de conhecimento que predomina no ambiente escolar. Eles ainda

colocam que a complexidade que envolve o tema água na escola exige do professor uma capacidade de explorar o ambiente de forma contextualizada e integrada e sugerem a utilização da bacia hidrográfica local como unidade de estudo. Levará assim os alunos a ter uma visão contextualizada dos problemas socioambientais, compreendendo as transformações ambientais que ocorrem de forma natural ou através de ações antrópicas, pois trabalhará no âmbito da bacia hidrográfica promovendo o entendimento do contexto, e a partir do qual criar situações e estratégias de aprendizagem podendo propiciar o desenvolvimento de práticas escolares científicas. (BACCI; PATACCA, 2010).

Segundo Torraldo e Marcondes, a temática água ainda não é explorada nas escolas, contribuindo pouco para que o aluno entenda de maneira mais ampla e profunda tal temática e tenha conhecimentos que lhe permita refletir sobre suas atitudes e tomar decisões sobre mudá-los ou não. Os autores ainda colocam que os professores de maneira geral, apresentam uma multiplicidade de visões de acordo com os aspectos da temática abordada. Os professores às vezes até trabalham o tema água mas de maneira que dá ênfase apenas aos conceitos gerais, levando em conta os aspectos políticos e econômico distanciando assim das situações problemas que permeiam o tema. (TORRALDO; MARCONDES, 2010).

Portanto há urgência em trabalhar o ensino sobre assuntos ligados a água, pois, dentro de pouco tempo poderemos chegar há um colapso não só dos recursos hídricos, mas, de todo o meio ambiente. Por isso é necessário que os professores possam inserir de fato o tema dentro do currículo escolar, baseando-se sempre nos documentos oficiais que regem o ensino.

Nessa perspectiva, o ensino da temática cianobactérias é bastante amplo, pois, está intimamente ligado a dois temas integradores: meio ambiente e saúde. Diante, disso, o estudo e a compreensão dessa tema está de maneira implícita inserida dentro da educação ambiental e tem como princípio norteador a poluição das águas.

A poluição das águas, incluindo a floração por cianobactérias, é um tema abordado na EA e na biologia, ou mesmo em outras disciplinas, que está próximo da realidade dos alunos. Por isso é um tema de grande relevância para ser abordado no contexto da sala de aula.

Portanto, o estudo das cianobactérias tem como eixos principais o meio ambiente e a saúde e permite que o professor amplie e ramifique vários aspectos da temática como: a Água, a poluição das águas, cianobactérias e suas características biológicas, danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pela contaminação das águas com cianobactérias. Esses aspectos podem ser trabalhados nas escolas dentro dos conteúdos de EA em diversas disciplinas, especialmente na biologia.

O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 1998).

### **2.1.2 As cianobactérias**

As cianobactérias são microrganismos procariontes pertencentes ao reino monera, fotossintetizantes e produtores primários como algas, sua morfologia é variada e está relacionada, diretamente, com o plano de divisão celular e com os eventos que se seguem após a divisão, podendo se unicelulares, filamentosas ou coloniais (AZEVEDO; SANTANA, 2006). Algas azuis, cianofíceas e cianoprocariontes são alguns dos nomes que as cianobactérias recebem. Houve uma confusão na nomenclatura destes seres, pois, a princípio, pensou tratar-se de algas unicelulares. Posteriormente, os estudos demonstraram que elas possuem características de bactérias, compreendidas, portanto, no reino Monera (TRABULSI; ALTERTHUM, 1999).

Características especiais das espécies, como a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e assimilação de outras formas nitrogenadas como o amônio e nitrato, mixotrofia em condições de baixa luminosidade, presença de pigmentos acessórios e de toxinas, associadas à possibilidade de regulação do seu posicionamento na coluna de água são fatores que explicam sua dominância em diversos sistemas aquáticos (PACHECO, 2009).

Estas bactérias constituem o grupo maior e mais diversificado dos microrganismos, procarióticos fotossintetizadores, incluindo cerca de 124 gêneros (53

gêneros de organismos unicelulares e coloniais e 71 gêneros de organismos filamentosos) com aproximadamente 2000 espécies (PACHECO, 2009). Dos 124 gêneros de cianobactérias conhecidos, pelo menos 40 gêneros distintos incluem espécies produtoras de toxinas (APELDOORN et al., 2007). Sua presença é bastante significativa em águas doces, visto que muitas espécies têm seu crescimento favorecido nestas águas, pois apresentam pH entre 7 e 9, temperaturas entre 15 e 30°C e alta concentração de nitrogênio e fósforo, condições ótimas para seu crescimento (CHORUS; BARTRAM, 1999).

As cianobactérias possuem tipos de pigmentos acessórios, incluindo carotenóides, que podem ser encontrados nos eucariontes fotossintetizantes e em algumas bactérias. Também podem conter dois tipos de ficobilinas: ficocianina, pigmento azul que está presente, e ficoeritrina de cor vermelha que nem sempre está presente. Estudos conduzidos por Rodrigues e Furtado relataram que os pigmentos a e b, ficocianina, aloficocianina, ficoeritrina e beta-caroteno são encontrados em membranas lipoproteicas especiais chamadas de tilacóides, que lhes conferem a coloração verde-azulada. (RODRIGUES, 2008; FURTADO, 2007). Sua parede celular é constituída do mesmo tipo de polissacarídeo com polipeptídeos que forma a parede das bactérias (BRYANT, 1994).

O desenvolvimento das cianobactérias nas águas causa impactos sociais, econômicos e ambientais, por haver produção de metabólitos secundários bioativos com altas propriedades tóxicas que podem afetar a saúde de alguns seres vivos, incluindo o homem (YUNES et al., 1998). Fatores ambientais como excesso de nutrientes em um corpo aquático (eutrofização), associados à estratificação na coluna de água, temperatura elevada da água (25 a 30°C), ventos fracos, pH de neutro a básico e ausência de predadores favorecem o crescimento exuberante das cianobactérias - a floração (PAERL, 2008). Ambientes como rios, lagos e mananciais com grande aporte de nutrientes são propícios ao desenvolvimento destes microorganismos, favorecendo, muitas vezes, florações (FURTADO 2007; CARNEIRO; LEITE, 2008; CHAVES et al., 2009).

O aumento da disponibilidade de nutrientes (eutrofização) reflete diretamente na qualidade das águas e tem como consequência o crescimento excessivo do fitoplâncton com decomposição da matéria orgânica que leva a depleção significativa do oxigênio dissolvido, podendo ocasionar a morte das comunidades

aquáticas aeróbias, gerando a perda da qualidade cênica do ambiente e o aumento da incidência das cianobactérias (PACHECO, 2009).

A eutrofização é um fenômeno ocasionado pelo excesso de nutrientes, especificamente fósforo e nitrogênio nos ecossistemas hídricos, gerando assim o aumento da produtividade dos corpos hídricos. Existem dois tipos de eutrofização: natural e artificial, sendo que a última é causada por ações antrópicas. As principais ações que causam eutrofização artificial são as entradas de águas residuárias domésticas e industriais, a drenagem superficial, contribuição de fertilizantes utilizados na agricultura, erosão do solo e o uso de detergente não biodegradáveis (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Assim, os ambientes eutróficos apresentam alteração do padrão de oxigenação o que favorece a floração de algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas, o que pode restringir o uso da água pode trazer efeitos negativos sobre a saúde humana além do aumento nos custos para o tratamento da água (PACHECO, 2009).

As cianobactérias são organismos que possuem a capacidade de liberar toxinas que deixam as águas com odor e o gosto desagradável causando assim um desequilíbrio ecológico nos ambientes que ocorrem a floração. Originalmente estas toxinas são uma defesa contra devoradores de algas, entretanto, com a proliferação das cianobactérias nos mananciais de água potável das cidades a produção destas toxinas passou a ser uma grande preocupação (CARMICHAEL et al., 2001; CHELLAPA; COSTA, 2003; BRASIL, 2003).

As cianotoxinas são toxinas produzidas pela cianobactérias, que constituem metabólitos secundários e caracterizam-se por sua ação rápida, causando a morte de mamíferos devido à parada respiratória após poucos minutos de exposição (CHORUS; BARTRAM, 1999). Dos cerca de 50 gêneros de cianobactérias de água doce no mínimo sete (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Coelosphaerium*, *Gloetrichia*, *Microcystis*, *Nodularia* e *Nostoc*) contém espécies tóxicas (DUY et al., 2000).

As cianotoxinas, segundo Furtado, Molica e Azevedo, são intracelulares e podem permanecer assim até que a célula atinja o estado senescente ou morte, quando são liberadas por fatores que provocam a lise celular. (FURTADO, 2007; MOLICA; AZEVEDO, 2009). Essas endotoxinas podem ser liberadas para o meio externo por senescência das células ou sob a ação algicidas ou em situações de

estresse e morte celular (PACHECO, 2009). De acordo como os seus mecanismos de ação as cianotoxinas podem ser divididas em três grupos: Neurotoxinas, Hepatotoxinas e Dermatotoxinas.

Segundo as suas estruturas químicas, podem ser incluídas em três grandes grupos: os peptídeos cíclicos, os alcalóides e os lipopolissacarídeos, conforme mostrado no Quadro 1.

**Quadro 1- Estruturas químicas**

GRUPO DE TOXINA	ÓRGÃO ALVO PRELIMINAR NOS MAMÍFEROS	GÊNERO DAS CIANOBACTÉRIAS
Peptídeos cíclicos Microcistinas	Fígado	Microcystis, Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria) Nostoc, Hapalosiphon, Anabaenopsis,
Nodularina	Fígado	Nodularia
Alcalóides Anatoxina-a	Sinapse do nervo	Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria), Aphazinomenon
Anatoxina-a (S)	Sinapse do nervo	Anabaena
Aplisiatoxinas	pele	Lyngbya, Schizothrix, Planktothrix (Oscillatoria)
Cilindropermopsinas	Fígado	Cylindropermopsis, Aphazinomenon, Umezakia
Lyngbyatoxina-a	Pele, intervalo gastro-intestinal	Lyngbya
Saxitoxinas	Sinapse do nervo	Anabaena, Aphazinomenon, Lyngbya, Cylindropermopsis
Lipopolissacarídeos (LPS)	Irritante potencial: afeta todo o tecido exposto	Todas

Fonte: FURTADO, 2007.

As neurotoxinas são alcalóides neurotóxicos que agem como bloqueadores neuromusculares pós-sinápticos de receptores nicotínicos e colinérgicos ou inibição da condução de sódio e cálcio, afetando a permeabilidade ao potássio (CARMICHAEL, 1994). Estas são descritas de três formas: Anatoxina-a, Anatoxina-a(s) e Saxitoxinas.

As hepatotoxinas apresentam uma ação mais lenta, podendo causar morte num intervalo de poucas horas a poucos dias. As espécies já identificadas como produtoras de hepatotoxinas estão incluídas nos gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Oscillatoria*, *Nostoc* e *Cylindrospermopsis* (Carmichael, 1994). Elas podem causar hemorragia intra-hepática diminuição da síntese protéica, diarreia, vômitos, diminuição dos movimentos, danos renais, pulmonares e cardíacos e hemorragia interna (ERIKSSON et al., 1990; FALCONER, 1991; CARMICHAEL, 1994; CHORUS; BARTRAM, 1999; FROSCIO et al., 2001).

As dermatotoxinas são compostos tóxicos do grupo dos lipopolissacarídeos, quando em contato com a pele e mucosas elas causam irritação, podendo levar ao surgimento de sintomas como vermelhidão e lesões na pele, irritação nos olhos, conjuntivite e obstrução nasal (CALIJURI et al., 2006).

Dentre as principais vias de exposição humana as cianotoxinas são destacadas as orais e dérmicas, devido ao consumo de água potável e as atividades de contato primário desenvolvidas em reservatórios (FALCONER et al., 1999; AZEVEDO, 1998).

Apesar da Organização Mundial de Saúde (OMS) considerar que ainda não há dados suficientes para o estabelecimento de um limite máximo aceitável para concentração de cianotoxinas, alguns estudos e portarias propõem valores limites para águas de consumo animal (FITZGERALD; CUNLIFFE; BURCH, 1999; CHORUS; BARTRAM, 1999; CARMICHAEL et al., 2001; BRASIL, 2005a, 2005b). FALCONER et al., 1994) definiram em 1 µg de equivalente de MCYST/L como o limite máximo aceitável para consumo humano de água não conferindo risco crônico, tendo a OMS adotado este valor como referência (CHORUS; BARTRAN, 1999).

A incidência da floração de cianobactérias tóxicas há algumas décadas tem se tornado um problema de saúde pública, pois existem várias ocorrências com incidência de morte, inclusive casos ocorridos no Brasil. Grande número de ocorrências de florações tóxicas de cianobactérias em reservatórios de abastecimentos de água vem sendo descrito em todo mundo (PACHECO, 2009). No Brasil, florações de cianobactérias tornam-se cada vez mais frequentes, sobretudo em mananciais utilizados para o abastecimento público conforme casos registrados nos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (CHAVES

et al., 2009).

No Brasil, Azevedo et al., registraram a primeira ocorrência de microcistina em águas brasileira, na lagoa da Graças, no estado de São Paulo; (AZEVEDO et al., 1994); Bouvy et al., evidenciaram 27 reservatório da região Nordeste com predominância de cianobactérias do gênero *Cylindrospermopsis*; (BOUVY et al., 2000). Chelapa e Costa estudando uns reservatórios eutrofizado no Rio Grande do Norte, identificaram a dominância e coexistência de cianobactérias (CHELAPA; COSTA, 2003); Molica et al., identificaram a presença de neurotoxinas em um reservatório para o abastecimento localizado no estado de Pernambuco. (MOLICA et al., 2005). Em Minas Gerais, Jardim, Jardim et al., e Viana estudando reservatórios utilizados para o abastecimento de água identificaram a presença de cianobactérias. (JARDIM, 2000; JARDIM et al., 2003; VIANA, 2006).

A partir de estudos feitos por Jardim et al., verificou-se a ocorrência de cianobactérias tóxicas nas represas Várzea das Flores, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, de Furnas, na cidade de Alfenas, na lagoa de Confins, localizada na cidade de Confins, e nos mananciais da cidades de Medina e Pedra Azul que fica localizadas no norte do estado. (JARDIM et al., 2003)

Pesquisa realizada na Lagoa da Pampulha demonstrou a existência de algumas espécies de cianobactérias, pode-se citar as seguintes espécies, *Microcystis flos-aquae*, *Microscytis viridis*, *Woronichinia naegeliana*, *Phormidium ténue*, *Pseudanabaena mucicola*, *Pseudanabaena catenata* e *Anabaena solitária* (GIANE; FIGUEIREDO; ETEROVICK, 1999).

Na lagoa Rodrigo de Freitas, estado do Rio de Janeiro, em meados de março de 2000, foi observado a mortandade de peixes associada a uma floração das cianobactérias. No Estado do Paraná, na cidade de Paranaguá, região portuária, ocorreu uma floração massiva de *Heterosigma sp* em março de 2001, quando foi observada mortandade de peixes na porção norte da Baía (GARCIA; PROENÇA, 2001).

Existem no Brasil vários registros de ocorrência de espécies potencialmente tóxicas de cianobactérias (AZEVEDO et al., 1994; LAGOS et al., 1999; VIEIRA et al., 2003; MOLICA et al., 2005). Azevedo relata que 82% das amostras isoladas de diferentes corpos aquáticos do Brasil foram caracterizadas como tóxicas, quando testadas em bioensaios em camundongos, sendo que 9,7% desta apresentam ação

neurotóxica e as demais hepatotóxica. (AZEVEDO, 1998). Segundo Sant' Anna et al., já foram identificados no Brasil 32 espécies de cianobactérias comprovadamente produtora de toxinas, sendo do gênero *Microscytis* e *Anabaena*, na região tropical brasileira, os que apresentaram maior número de espécies tóxicas. (SANT'ANNA et al., 2009). Teixeira et al. apresentam forte evidência da correlação entre a ocorrência de florações de cianobactérias no reservatório de Itaparica na Bahia e a morte de 88 pessoas, dentre as 200 intoxicadas pelo consumo de água do reservatório, entre os meses de março e abril de 1988. (TEIXEIRA et al., 1993). Mas, somente após a comprovação, em 1996, que a morte aproximadamente 54 pacientes de uma clínica de hemodiálise em Caruaru, Pernambuco, foi devido à utilização de água contaminada com cianotoxinas hepatotóxicas é que as cianobactérias passaram ter atenção especial por parte dos órgãos de controle ambiental e da saúde e das companhias de saneamento (AZEVEDO; VASCONCELOS, 2006).

Assim, após o episódio de Caruaru-PE em 1996, houve alteração na legislação ocorrendo a regulamentação, a partir da portaria N° 1469/2000 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2000), onde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, fica estabelecido também nesta mesma portaria o monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas, por meio das companhias de abastecimentos. A portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde promulgada em 25 de março de 2004, que revogou a antiga portaria N° 1469/2000, foi estabelecido um prazo de 12 meses a partir da publicação da nova legislação para o atendimento das exigências do monitoramento efetivo de cianobactérias e cianotoxinas (BRASIL, 2004).

Uma prática bastante utilizada pelas as estações de tratamento de água é o processo de pré-cloração que visa a remoção e a inativação de microalgas e cianobactérias. Entretanto, alguns problemas foram observados na utilização desse pré-tratamento em mananciais com elevadas concentrações de fitoplâncton, sobretudo a formação de subprodutos clorados, como Trihalometanos (THM) considerados carcinogênicos, pela liberação de metabólicos que podem ser potencialmente tóxicos (MONDARDO; SENS; MELO FILHO, 2006).

A aplicação de algicidas também é outro processo utilizados pelas estações de tratamento de água no combate a floração de cianobactérias, isto também ocorre a partir de pré-cloração, mas existe outras substâncias utilizadas em menor frequência, tais como: produtos a base de prata, sais orgânicos de zinco, ozônio, peróxido de hidrogênio e solventes aromáticos. Entretanto, a utilização destas técnicas, além de causar impactos ao ecossistema aquático, pode provocar o rompimento da parede celular das cianobactérias o que acarreta a liberação das cianotoxinas (VERONEZI et al., 2009).

As tecnologias convencionais de tratamento de água são incapazes de remover cianotoxinas, mas a adsorção de carvão ativado pós-oxidação (ação do pH, adição de cloro) podem ser utilizados na remoção de toxinas. Entretanto, a possibilidade de formação de subprodutos durante a desinfecção geralmente não é avaliada (KEIJOLA et al., 1988; HIMBERG et al., 1989; DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

### ***2.1.3 A utilização de jogos no ensino***

As práticas educativas que possam promover a aprendizagem de conhecimentos e o desenvolvimento de competências e habilidades de forma significativa e duradoura para os alunos é uma busca incessante dos educadores. O ensino deve favorecer uma participação mais ativa por parte da educando no processo educativo. Deve-se estimular as atividades lúdicas como meio pedagógico que, junto com outras atividades, como artísticas e musicais, ajudam a enriquecer a personalidade criadora, necessária para enfrentar os desafios da vida. Para qualquer aprendizagem, tão importante como adquirir, é sentir os conhecimentos (MURCIA, 2005, p.10).

Assim, a escola não precisa necessariamente ter como objetivo oferecer um grande número de informações, apenas no sentido cumulativo, não só porque é preciso contar com uma excelente memória para retê-las (e poucos tem), mas, principalmente, porque o computador e os livros cumprem esse papel de garantir o acesso e a atualização das informações que faltam, sempre que necessário (MACEDO; PETTI; PASSOS, 2000).

Os materiais didáticos são ferramentas fundamentais para os processos de ensino-aprendizagem, e o jogo caracteriza-se como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento ao aluno (LOPES, 1999). Nesta perspectiva, o jogo não é o fim, mas o eixo que conduz a um conteúdo didático específico, resultando em um empréstimo da ação lúdica para aquisição de informações (KISHIMOTO, 1994). Para alguns alunos o jogo constitui um fim, pois eles participam com intuito de obter prazer. Para os educadores que utilizam o jogo com objetivo de ensinar, este é visto como um meio, um veículo capaz de levar uma mensagem educacional (DOHME, 2003).

Os jogos fazem parte da humanidade desde as mais antigas civilizações, encontram-se muitas referências indicativas que os mesmos são atividades que fazem parte do desenvolvimento humano. Segundo Huizinga a cultura surge sob a forma de jogo, que ela é, desde seus primeiros passos, como que jogada. É através do jogo que a sociedade exprime sua interpretação da vida e do mundo (HUIZINGA, 2007, p. 53).

Desde modo, observa-se que desde a antiguidade os jogos já eram vistos como elemento de fundamental importância no processo de ensino e aprendizagem, pois se acreditava que por meio do mesmo, o ato de educar pudesse tomar rumos que abrangiam a imaginação, a curiosidade e a própria aprendizagem de maneira alegre e eficaz (CONTIN; FERREIRA, 2008).

Para Piaget, a atividade lúdica humana contribui para o desenvolvimento porque propicia a descentralização do indivíduo, a aquisição de regras, a expressão do imaginário e a apropriação do conhecimento. Cada ato de inteligência é definido pelo equilíbrio entre duas tendências: assimilação e acomodação. Na assimilação, o sujeito incorpora eventos, objetos ou situações dentro de formas de pensamento, que constituem as estruturas mentais organizadas, na acomodação, as estruturas mentais existentes reorganizam-se para incorporar novos aspectos do ambiente externo. Durante as atividades lúdicas, o sujeito adapta-se às exigências do ambiente externo enquanto mantém sua estrutura mental intacta. Para o autor, o que distingue a atividade lúdica da não lúdica é uma variação de grau de relações de equilíbrio entre o eu e o real, ou seja, entre a assimilação e a acomodação. (PIAGET, 1993).

Para alguns autores, como Kishimoto, a atividade lúdica em associação com as atividades educativas possui características próprias como:

- a) Valor experimental: permitir a exploração e a manipulação;
- b) Valor da estruturação: fornecer suporte à construção da personalidade;
- c) Valor da relação: colocar o aluno em contato com outras pessoas, como objetos e com o ambiente em geral;
- d) Valor lúdico: avaliar-se os objetos possuem a qualidades que estimulam a imaginação. (KISHIMOTO, 1994).

O jogar é um dos sucedâneos mais importantes do brincar. O jogar é o brincar em um contexto de regras e objetivos, diferencia-se de jogar bem, ou seja, da qualidade e do efeito das decisões ou dos riscos. O brincar é um jogar com ideias, sentimentos, pessoas, situações e objetos em que as regulações e os objetivos não estão necessariamente predeterminados (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005).

As atividades em grupo facilitam a expressão de sentimentos, a troca de informações e experiências, assim como a busca de soluções para seus problemas, já que adolescentes procuram no grupo de companheiros a sua identidade e as respostas aos seus anseios.

“A utilização de jogos e vivências favorece a participação, contribuindo para a reflexão e o aprendizado, uma vez que partem das percepções e experiências de cada um, situando-o num determinado contexto social.” (BRASIL, 2005, p.21).

A utilização de jogos como estratégia didática é prevista nos PCN (BRASIL, 2000). Entretanto, ainda é utilizada com pouca frequência nos ambientes educacionais, e nem sempre é bem visto por parte dos professores, pois, se encontra associada ao prazer. Assim, o jogo é pouco utilizado e seus benefícios são desconhecidos por muitos professores (GOMES; FRIEDRICH, 2001).

De um modo geral os jogos são ferramentas instrucionais eficazes, por ser uma atividade interessante que ao mesmo tempo diverte e motiva, facilitando o aprendizado e aumentando a capacidade de retenção do que foi ensinado. Além disso, ao jogar o ser humano exercita as funções mentais e intelectuais.

Ao jogar, o aluno é levado a exercitar suas habilidades mentais e a buscar melhores resultados para vencer. Desenvolve competências de um bom jogador, como ser atento, analisar as diferentes possibilidades a cada

jogada e tomar decisões que favoreçam a vitória. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000 p.20).

O jogo é um exercício de autonomia, pois há um contexto relacional; é um espaço possível em que algo pode acontecer comigo e com o outro, na relação. O jogo ensina a tomar decisões, a antecipar o que o adversário vai fazer e neste sentido jogar é aprender a pesquisar (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000).

Para Borges e Schwarz, a confecção e a prática de jogos representam elementos de aprendizagem, tanto para os professores como para alunos. As mesmas autoras propõem a confecção por parte de ambos.

[...] os professores ao criarem ou adaptarem um jogo ao conteúdo escolar, superam lacunas em seus conhecimentos, desenvolvendo habilidades, competências e material didático que qualificarão seu trabalho. Essas habilidades, competências e o material didático produzido possibilitarão aos professores auxiliarem seus alunos para que eles também possam desenvolvê-los. [...] a confecção de jogos exige do professor clareza de objetivos e pesquisa. [...] exercitando a criatividade e o senso crítico. [...] A associação dos conceitos a figuras e a manipulação de materiais propicia o estabelecimento de relações com realidade concreta, construção que deve ser estimulada no aluno e que, quando não vivenciada pelo professor, encontra na confecção de jogos um elemento de resgate. (BORGES; SCHWARZ, 2005, p. 3).

A sua utilização na educação levou à criação do termo jogo educativo ou jogo pedagógico. De acordo com Brougère:

[...] os jogos educativos constituem somente uma das múltiplas formas que o material dos jogos pode assumir, mas têm como objetivo dominante fornecer à criança objetos que possam favorecer o desenvolvimento de certas funções mentais, a iniciação a certos conhecimentos e também permitir o exercício das capacidades atentivas, retentivas e intelectuais da criança, graças aos fatores estimulantes extraídos da psicologia do jogo. (BROUGÈRE, 1998, p. 142).

Segundo Tarouco et al., os jogos podem ser definidos como educacionais quando são motivadores do processo de aprendizagem, tendo todas aquelas aplicações que puderem ser utilizadas para algum objetivo educativo ou quando estiverem pedagogicamente embasadas. (TAROUCO et al., 2004). Conforme Kishimoto, o jogo pedagógico é entendido como um recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa e que ao assumir a função lúdica e educativa deve

contemplá-las inteiramente. De acordo com a autora:

[...] Função Lúdica: o brinquedo propicia diversão, prazer e até desprazer, quando escolhido voluntariamente; e Função Educativa: o brinquedo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo. (KISHIMOTO, 2009, p. 37).

Dentre as numerosas classificações existentes na literatura, Carneiro e Lopes adotam aquela proposta por Grandó (1995), que contempla aspectos didáticos metodológicos e as finalidades que o jogo pode assumir no ambiente educacional. (CARNEIRO; LOPES, 2007).

- a) Jogos de azar: neles, o jogador não pode intervir no resultado ou na resolução e conta com a sorte: dados, cara-ou-coroa etc.
- b) Jogos quebra-cabeça, geralmente individuais, como: quebra-cabeças, palavras cruzadas etc.
- c) Jogos de estratégia ou de construção de conceitos: dependem mais das decisões e estratégias adotadas pelo jogador, do que de sorte, como: damas, xadrez etc.
- d) Jogos de fixação de conceitos: possuem o objetivo de fixar conceitos em escolas, sendo utilizados depois que o aluno é apresentado a um conceito novo.
- e) Jogos computacionais: baseados em computador, despertam interesse em crianças e adolescentes.
- f) Jogos pedagógicos: são aqueles voltados para o ensino-aprendizagem, com valor pedagógico agregado, como os jogos pedagógicos de estratégia, quebra-cabeças, computacionais etc. Todas as categorias acima podem encaixar-se nesta designação.

Os jogos educacionais são uma ferramenta que complementa a construção e fixação de conceitos desenvolvidos em sala de aula, motivadora tanto para o professor como para o aluno e tem sido cada vez mais aceitos como um recurso que extrapola a visão tradicional e os métodos meramente discursivos no processo de ensino-aprendizagem, graças às mudanças no paradigma pedagógico (TAROUÇO et al., 2004). Por essas características o jogo pode ser compreendido como um valioso recurso pedagógico, representando um meio de transcender barreiras do

simples processo de transmissão, recepção de conhecimento possibilitando a socialização de conhecimentos prévios num trabalho em grupo e a exploração de diversos conceitos de forma prazerosa (BORTOLOTO, 2002).

Além de ser um recurso de ensino com múltiplas funções, o jogo pedagógico pode ser usado para ensinar um conceito, memorizar uma informação, compreender e respeitar regras, exercitar habilidades cognitivas e motoras. Sua principal aplicação deve-se ao fato dele unir os aspectos lúdico e pedagógicos em uma única estratégia de ensino (MATHIAS; AMARAL, 2010). Segundo Macedo, Petty e Passos, o espírito lúdico refere-se a uma relação da criança ou do adulto com uma tarefa, atividade ou pessoa pelo prazer funcional que despertam. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005).

A escola tem papel essencial no processo de ensino-aprendizagem do aluno, mas o que se espera dos mesmos é que se comprometam com sua aprendizagem, e, se possível, divirtam enquanto adquirem conhecimento. Por isso, o jogo pedagógico se constitui uma boa estratégia para resgatar esse espírito de divertimento, de brincadeira e de debate, porque ao jogar os alunos aceitam enfrentar desafios, são perseverantes mesmo quando perdem ou não têm sucesso em alguma jogada e ainda são disciplinados e pacientes (MACEDO, 2005).

A utilização de jogos em sala de aula pode trazer vantagens pedagógicas à fenômenos diretamente ligados à aprendizagem, cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade (MIRANDA, 2002).

Um jogo que explora o trabalho em grupo possibilita que cada um de seus membros aprenda a integrar-se em um coletivo, a compartilhar ocupações, a coordenar esforços, a encontrar vias para solucionar problemas e a exercer responsabilidades, tudo com a finalidade de que seja possível a troca e a construção intelectual para todos (SANMARTÍ, 2002).

O jogo pedagógico permite ainda ao indivíduo assimilar a realidade do mundo segundo seus interesses e recursos cognitivos, bem como desenvolver o raciocínio, a elaboração de estratégias para a resolução de uma situação fictícia que pode ser transposta para a vida real, fomentar o interesse pela ciência e desenvolver habilidades (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005; FRANCO; BERNAL; OLIVA apud MATHIAS; AMARAL, 2010). Mas o trabalho com jogos, assim como qualquer atividade pedagógica ou psicopedagógica, requer uma organização prévia e uma

avaliação constante. Muitos problemas de ordem estrutural podem ser evitados ou, pelo menos, antecipados, se determinados aspectos relativos ao projeto de trabalho forem considerados (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000). Por isso é preciso definir objetivos ou finalidades para que a utilização do jogo possa ter uma direção com isso dar significados as atividades. Ainda neste contexto Macedo, Petty e Passos, enfatiza sobre apresentação do material considerando como um momento crucial que deve ser valorizado pelo profissional, que pode ser tanto antes jogar ou após alguma prática com o jogo de acordo com o objetivo e os sujeito e as regras deve ser propostas e apresentadas de várias maneiras. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000).

De acordo com Tarouco et al., para o desenvolvimento de jogos educacionais é preciso pensar um tema a ser proposto, quais os objetivos estabelecidos e a forma de organização do material. (TAROUCO et al., 2004). Macedo; Petty e Passos ressaltam a importância de se saber quais serão os sujeitos aos quais à proposta é destinada, a sua faixa etária e o número de participantes. O profissional deve ainda organizar, separar e produzir previamente o material para a realização da atividade, objetivando manter um ritmo de trabalho sem que haja interrupções. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000)

Um ponto muito relevante no uso dos jogos como recurso pedagógico é que se deve estar atento para que não se transformem em um fim em si mesmo, mas ter em mente que são um material de estudo e ensino para o profissional, e de aprendizagem e produção do conhecimento para o aluno (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000). A atenção do aluno não deve se desviar somente para a competição, esquecendo-se dos conceitos a serem desenvolvidos. São fundamentais a reflexão do aluno e a observação do professor para que o jogo exerça sua função pedagógica (TAROUCO et al., 2004).

Macedo; Petty e Macedo, relatam que ao final da atividade com jogo, o professor, deve fazer uma análise crítica dos procedimentos adotados em relação aos resultados obtidos. Isso deve acontecer antes de propor a continuação do trabalho com o jogo escolhido, procurando melhorar a qualidade do que foi proposto, bem como modificar os aspectos considerados insuficientes. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000).

### **2.1.4 Os jogos digitais**

Com as intensas inovações tecnológicas e com o acesso a variadas tecnologias, a inserção de jogos digitais ou multimídias tem sido uma boa ferramenta para os professores.

Com as mudanças no paradigma pedagógico e o surgimento das novas tecnologias, como o computador e a Internet, os professores "abriram as portas" para o uso de recursos que ultrapassam a visão tradicional e os métodos meramente discursivos no processo de ensino/aprendizagem. Tais recursos podem trazer consigo inúmeras possibilidades (TAROUÇO; CUNHA, 2006).

O uso da informática na educação (softwares educacionais) ganhou espaço nas últimas décadas, o que tem gerado muitas possibilidades de investigação. Nos jogos educativos computacionais o desenvolvimento de situações de ensino-aprendizagem é integrado com estratégias do jogo, almejando-se um objetivo determinado (LOPES; CARNEIRO, 2009).

Desta forma, a introdução dos jogos eletrônicos na educação pode potencializar e criar condições que favoreçam um aprendizado mais envolvente e significativo, portanto, positivo, modificando o modo como os professores estão habituados a ensinar e os alunos a aprender (AZEVEDO et al., 2011). De acordo com Garbin, as mídias eletrônicas e digitais se apresentam como um avanço tecnológico capaz de modificar nosso comportamento, com um discurso que se materializa em novas condições de possibilidades em novos espaços e em novas formas que ele assume. (GARBIN, 2003).

O uso de mídias no ensino tem sido muito estudado por pesquisadores da educação. Vários são os autores que defendem a incorporação de novas tecnologias no ensino, em especial o computador, apontando esse como um processo irreversível para a escola (VALENTE, 2002; MORAN, 2007; SILVA, 2001; MORAES, 2002; ARRUDA, 2004).

Conforme Garbin

[...] não só a Internet, mas a linguagem informática tem ultrapassado cada vez mais as barreiras dos especialistas e alcançado um grande número de pessoas. Em todos os espaços estão presentes as linguagens computacionais: em supermercados, caixas eletrônicos, serviços de atendimento ao cliente, lojas de entretenimento etc., ou seja, percebe-se

que o acesso a essas linguagens “digitais” tem sido cada vez mais comum entre os sujeitos, o que gera mudanças culturais profundas. E é nesse contexto que se afirma que está surgindo uma nova cultura jovem, definida como padrões socialmente transmitidos e compartilhados de comportamentos, costumes, atitudes e códigos tácitos, crenças e valores, artes, conhecimento e formas sociais (GARBIN apud ARRUDA, 2009, p.129).

Gallo, considera o termo jogos digitais como:

[...]uma designação ampla e genérica para todo o aparato que se faz valer das estruturas digitais de um computador para produção, desenvolvimento, processamento e execução de jogos exibidos com sons e imagens em qualquer monitor apto para tal finalidade (aparelhos de televisão, monitores de computador e de vídeo, sistemas de projeção, displays de celulares, palmtops, PDAs - Personal Digital Assistant -, etc.), (GALLO, 2007, p. 97-98):

A partir de uma série de observações, pesquisas e entrevistas, Malone destacou três elementos principais que tornam os jogos digitais divertidos: desafio, fantasia e curiosidade. Ele argumenta que, para serem mais agradáveis, os jogos digitais educacionais devem ter: objetivos claros para os quais os estudantes encontram significados; múltiplas metas e pontuação para dar aos alunos “*feedback*” sobre seu progresso; vários níveis de dificuldade para que se adequem a alunos diferentes habilidades; elementos aleatórios de surpresa; uma fantasia de apelo emocional e uma metáfora relacionada às habilidades do jogo. (MALONE, 1981).

Segundo Garbin, em estudo sobre estratégias de ensino alternativas, aponta o jogo digital como uma estratégia que leva a mudanças na forma como o aluno se relaciona, se organiza, expressa, interpreta o cotidiano e aprende. (GARBIN apud ARRUDA, 2009, p.129). Os jogos educativos computadorizados são criados com a finalidade dupla de entreter e possibilitar a aquisição de conhecimento (ANTUNES, 1998).

Para Schuytema, jogo eletrônico interativo, ou game, é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitada por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. (SCHUYTEMA, 2008). Os jogos digitais atuais, diferentes daqueles criados na década de 1980, possuem linguagens informáticas, que permitem não só uma representação da realidade rica em detalhes como se configuram em tecnologias que exigem, dos jogadores, níveis e

elaborações mentais bastante complexos (PRENSKY, 2001).

Hayes e Games, acrescentam que os educadores devem explorar o potencial educacional da criação dos jogos digitais para aprendizagem, o que inclui uma atenção explícita ao desenvolvimento do projeto. A ideia de levar para sala de aula as relações existentes entre ciências, tecnologias e sociedade são expostas, nos PCN como forma de educação tecnológica. (HAYES; GAMES, 2008). E para isso, precisamos entender a educação tecnológica num sentido que conforme Palácios et al., leve os alunos a compreender a dimensão social da ciência e tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais quanto de suas conseqüências as sociais e ambientais. (PALÁCIOS et al., 1996).

Entretanto com toda a eficácia dos jogos digitais ou softwares educativos existem ainda objeções a sua usabilidade, devido a alguns fatores que podem ser a falta de computadores nas escolas ou mesmo a falta de habilidade dos professores em usar este recurso. Brandão declara que a simples presença de computadores em sala de aula não é suficiente para assegurar melhorias no ensino se não for analisada a qualidade do *software* utilizado. (BRANDÃO, 2009).

### **2.1.5 O uso de jogos na Educação Ambiental (EA)**

Nas escolas é comum encontrar alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem e discussão de conteúdos de Educação Ambiental (EA) e na concretização (colocar em prática) o que foi aprendido.

No Brasil, segundo Costa, ainda falta uma orientação para o desenvolvimento da EA. Faltam novos recursos instrucionais que facilitem e possibilitem sua prática, ou mesmo, há falta de um planejamento pedagógico, pois, segundo o mesmo autor, a atual situação do campo pedagógico da EA, demonstra-se falho principalmente na educação formal, destacando-se à problemáticas que os professores enfrentam, os quais não sabem como fazer a EA, ou mesmo não buscam alternativas para fazê-la. (COSTA, 2000).

Sobre o processo de aquisição de conhecimentos na EA, Medina, aborda a necessidade da democracia onde o educador e o educando emitam sua crítica sobre o conhecimento, no qual os educadores apresentam-se como facilitadores de aprendizagem e os alunos como indivíduos ativos, portanto participativos nas

atividades. (MEDINA, 2000). Dentro da mesma linha de pensamento, Guimarães, propõe que um dos fatores que devem ser encontrados em um plano de ação na EA são os aspectos lúdicos e o criativo, pois a sensibilização do educando perante as questões ambientais deve ocorrer através de um processo prazeroso, no qual haja envolvimento integral tanto racionalmente quanto emocionalmente. (GUIMARÃES, 2003).

A EA deve ser um instrumento de sensibilização e capacitação do ser humano em relação à temática ambiental e, o uso do lúdico através de diversas atividades auxilia no desenvolvimento de atitudes ambientalmente responsáveis desde a mais tenra idade, com o objetivo de apoiar a formação de uma consciência ambiental crítica que leve a mudanças de comportamentos e atitudes (GUERRA, GUSMÃO; SIBRÃO, 2004).

Segundo Macedo, Petty e Passos, em um contexto com jogos e resolução de situações-problema ou desafios, os alunos colaboram bastante para o ambiente em sala de aula fique mais favorável ao desenvolvimento do trabalho: envolvem-se com maior facilidade, prestam mais atenção, divertem-se aprendendo e pensando. Portando como a degradação ambiental é um problema de ordem mundial e buscam-se soluções eficazes para preservar o ambiente onde vivemos, a inserção de atividades lúdica podem ser um método importante para esse processo. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005).

Para Dias, os materiais convencionais devem continuar sendo utilizados e desenvolvidos, mas há necessidade de novos recursos capazes de organizar os conhecimentos de modo que sejam mais representativos das questões do ambiente real. Neste caso, os jogos e as simulações, que abordem o tema meio ambiente, tornam-se importantes para acentuar o papel dos conhecimentos científicos junto às funções a serem desempenhadas pela tecnologia e o lugar dos valores sociais éticos, na tomada de complexas decisões e preparação de medidas para resolução de problemas ambientais. (DIAS, 1994).

Para Hessel, o jogo é um subsídio que pode proporcionar o aprender com prazer, onde através do mesmo facilita a busca de significados. (HESSEL, 2002). Algumas das importantes características das atividades lúdicas no ensino são também levantadas por Stefani e Neves. Segundo as autoras há possibilidade da mitigação do esforço exigido pelo trabalho durante o processo de aprendizagem,

pois o lúdico leva os alunos a se envolverem, se arriscarem, se interessarem e aprenderem com satisfação, prazer e autoconfiança. Perante isso as mesmas reafirmam que os jogos didáticos, possibilitam que o lúdico no trabalho didático no ensino de ciências. (STEFANI; NEVES, 2004).

O jogo didático, em ciências, apresenta regras criadas pelo professor para trabalhar determinadas habilidades, atitudes, conteúdos e valores. [...] os jogos didáticos são modalidades de divertimento, orientadas, conduzidas e desencadeadas pelo docente, e que propiciam o entretenimento de crianças, jovens e adultos. (STEFANI; NEVES, 2004, p.21).

Para Silva e Grillo, os jogos educativos podem ser importantes instrumentos de aprendizagem na prática pedagógica da EA. (SILVA; GRILLO, 2008).

Vários autores acreditam no lúdico como uma das estratégias que apresentam resultados mais significativos no desenvolvimento de atividades ambientais, sejam em espaços escolarizados ou não, citando em seus trabalhos jogos, brincadeiras e experiências realizadas em ONG's (Organizações Não Governamentais), instituições educativas, ambientais públicas e privadas. (DIAS, 1991; CARVALHO; XAVIER, 1999; CARVALHO; MACEDO, 2003; CARVALHO, 2005).

Este potencial do Lúdico e da Educação Ambiental está no próprio sentido em que as relações do ser humano com o seu meio ambiente são registradas pela história e estabelecidas pela ação da cultura, no caso aqui recortada na cultura lúdica. Esta ação lúdica, e intenciona numa valorização das raízes e do processo de brincar enquanto forma coletiva e não individualizante, e é justamente aí que reside a transformação, em um sentido de retorno, retornar ao prazer em comum, no simples ato de brincar, fazer parte do estabelecimento, do contato físico, com qualquer que seja o grupo (CARVALHO; MACEDO, 2009).

Para Evangelista e Soares, faz-se necessária uma junção entre as atividades lúdicas e a EA, como meio de proporcionar uma EA mais efetiva e que se distancie das formas tradicionais utilizadas em seu tratamento e uso. A EA deve ser libertadora e causar mudanças significativas na vida das pessoas. E o lúdico faz isso. Essa junção é possível. (EVANGELISTA; SOARES, 2011).

Entretanto, segundo Ribeiro, ao desenvolver e promover jogos e atividades lúdicas na prática de EA se identifica algumas deficiências, as quais se referem à tímida produção científica do tema nas diversas áreas do conhecimento, ao

despreparo dos profissionais da educação e à desarticulação dos órgãos governamentais no sentido de estender à temática. (RIBEIRO, 1998).

### 3 OS PRODUTOS EDUCATIVOS

Este capítulo apresenta o processo de elaboração de um jogo educativo sobre o tema cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana e de seu tutorial que tem como objetivo auxiliar os usuários (professores e alunos) na usabilidade do jogo proposto.

#### 3.1 Processo de elaboração do jogo e do tutorial

Os produtos da dissertação surgiram a partir da minha busca incessante como docente, de buscar métodos que pudesse levar os alunos a construírem um conhecimento significativo e algumas habilidades e competências necessárias para colocar em prática o conhecimento adquirido através da mudança de atitudes no meio em que vivem.

Inicialmente foram feitos alguns questionamentos: Como seria o jogo? Qual a melhor forma de produzir conhecimento e ao mesmo tempo divertir? Já existe algum jogo ou simulação sobre o tema?

Diante desses questionamentos foram lembrados dos os avanços tecnológicos ocorrem cada vez mais rápido, e que os alunos possuem facilidade nesta era digital e sentem-se atraídos por tudo que envolve o uso de computadores.

Buscou-se construir nos alunos conhecimentos sobre a temática cianobactérias e seus impactos no meio ambiente, e, principalmente na saúde humana e que, coletivamente, os alunos aprendessem o tema de uma maneira significativa, envolvente e divertida que saísse dos métodos convencionais de ensino. Por isso, a escolha de um recurso pedagógico lúdico digital: um jogo multimídia. Assim foi definido o nome do jogo: **“CianoQuiz : conhecendo o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias”**. Optou-se pela elaboração de jogo de perguntas e respostas incluiria o gerenciamento de erros, ou seja, que tivesse um “feedback” para que os alunos ao jogarem pudessem aprender com os seus erros e acertos.

Para elaborar o jogo alguns aspectos importantes que foram discutidos no referencial, foram levados em consideração:

- a) as características da educação ambiental no contexto escolar;
- b) as cianobactérias no âmbito do ensino de ciências e da educação ambiental;
- c) a utilização produtiva do jogo como ferramenta de ensino e aprendizagem e;
- d) a importância da contextualização no ensino.

Posteriormente foram feitas pesquisas em banco de objetos de aprendizagem e sites livres da internet, tais como: Rede internacional virtual da educação (RIVED), Portal do professor do MEC, e nos sites livres como o YOUTUBE e GOOGLE buscando materiais digitais sobre as cianobactérias e seus impactos na saúde humana. Essas pesquisas mostraram que não foi encontrado nenhum recurso didático digital no formato de jogo ou simulação sobre a temática na língua portuguesa, reforçando a importância da elaboração de um jogo digital que abordasse o tema de forma interessante e pudesse contribuir no processo de ensino-aprendizagem.

Diante disso iniciou o processo de criação do jogo, levamos em consideração alguns pontos importantes na utilização de jogos na educação. Sabe-se que quando é realizada qualquer atividade pedagógica envolve o uso de jogos deve ocorrer uma organização prévia e uma reavaliação constante, deve-se ainda definir objetivos ou a finalidade do jogo, o público-alvo e a faixa etária dos mesmos. Uma vez que o objetivo do jogo já estava definido faltava definir o público-alvo. Optou-se pelos alunos do ensino médio do estado de Minas Gerais. Essa opção foi feita, pois, o tema cianobactérias envolve a compreensão de termos e conceitos biológicos complexos e para que fosse contextualizado com os problemas ambientais locais ou regionais necessitaria de uma maturidade maior por parte dos aprendizes.

Definido o público-alvo, passou-se a elaboração das perguntas do jogo. As perguntas sobre as cianobactérias e seus impactos na saúde, deveriam ser contextualizadas e aguçar a vontade de adquirir o conhecimento e colocá-lo em prática na realidade local. A maioria das perguntas se preocupou em contextualizar as situações-problema com florações de cianobactérias em locais do estado de Minas Gerais conhecidos pelos alunos.

Como demonstrado no Quadro 2, a seguir, optamos por questões que abordassem diversos aspectos relacionados as cianobactérias.

**Quadro 2 - Perguntas do jogo**

Aspecto abordado	Exemplos de questões
Aspectos biológicos	<p>Atualmente o ser humano vem provocando muitas mudanças no meio ambiente. Porque o lançamento de esgotos em rios, represas e lagoas aumenta a eutrofização e a floração por cianobactérias?</p> <p>A) Diminui a quantidade de dióxido de carbono da água;            B) Diminui a quantidade de amônia na água;  <b>C) Aumenta a quantidade de nitrogênio e fósforo na água;</b>            D) Aumenta a quantidade de oxigênio da água</p>
Impactos da contaminação sobre o meio ambiente	<p>Dos fenômenos ambientais abaixo qual está diretamente relacionado com a floração das águas por cianobactérias?</p> <p><b>A) Eutrofização</b>            B) Aquecimento global            C) Inversão térmica            D) Poluição do ar</p>
Impactos da contaminação sobre a saúde	<p>Ao retirar um peixe de uma água contaminada com cianobactérias que produzem dermatotoxinas, um pescador poderá apresentar os seguintes sintomas:</p> <p>A) Convulsões e parada respiratória;            B) Hemorragia e diarreia;  <b>C) Vermelhidão e lesões nos braços e irritação nos olhos;</b>            D) Fraqueza muscular e desequilíbrio.</p>
Formas de prevenção da floração	<p>Algumas atitudes do nosso dia-a-dia podem contribuir para diminuir a contaminação das águas por cianobactérias, Das atitudes abaixo qual seria a mais viável para a prevenção da floração das cianobactérias nas águas?</p> <p>A) Evitar caminhadas na beira das águas;            B) Evitar contato direto com a água;            C) Evitar lançar esgotos domésticos e industriais nas águas;            D) Evitar atividades de lazer próximo às águas.</p>
Tratamento das águas contaminadas com cianobactérias	<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> <p>A) Fervura da água            B) Filtração da água com filtro convencional;            C) Cloração da água;  <b>D) Nenhuma das respostas anteriores;</b></p>
Ação positiva das cianobactérias	<p>Algumas cianobactérias podem trazer benefícios a saúde animal por:</p> <p>A) Produzirem toxinas;            B) Produzirem gás carbônico;            C) Produzirem amônia;  <b>D) Produzirem nutrientes;</b></p>
Contextualização com a realidade local dos alunos	<p>A lagoa da Pampulha, um dos cartões postais da cidade de Belo Horizonte, sofre com o processo de eutrofização e com a floração de cianobactérias devido a intensa poluição que assola este ecossistema aquático. As cianotoxinas liberadas deixam certas características perceptíveis que podem ser observados pelos nossos sentidos quando passamos perto da lagoa. Que característica é essa:</p> <p>A) O sabor  <b>B) O odor</b>            C) A densidade            D) A vazão da água</p>

**Fonte: Elaborado pela autora**

Posteriormente foram elaboradas as justificativas para as respostas das perguntas. Essas justificativas foram utilizadas no jogo como “feedback” para permitir ao aluno aprender com seu acerto ou com seu erro durante o jogo. A seguir apresentamos dois exemplos de justificativas elaboradas.

Exemplo 1:

Uma criança foi intoxicada por um tipo de cianotoxina e apresentou os seguintes sintomas: tontura, adormecimento da boca e de extremidades, fraqueza muscular, náusea, vômito, sede e taquicardia. Estes sintomas são causados por qual cianotoxina?

- A) Hepatoxina
- B) Microcistinas
- C) Dermatotóxicos
- D) **Neurotoxina**

**Justificativa:** As neurotoxinas agem no sistema nervoso, provocando os sintomas relatados na questão..

Exemplo 2:

Em 2007, o rio São Francisco, sofreu com o problema de floração de cianobactérias. Os moradores da cidade de São Francisco, que moram ou trabalham nas proximidades do rio, observaram a cor esverdeada e sentiram o mau cheiro das águas. Diante desse fato, as autoridades e responsáveis pelo tratamento da água, para preservar a saúde dos moradores, aconselharam a:

- A) Evitar o lançamento de gases poluidores nas proximidades do rio;
- B) **Evitar contato direto com o rio e o consumo da água**
- C) Evitar caminhadas próximo ao rio;
- D) Evitar jogar lixo próximo ao rio;

**Justificativa:** As águas infectadas por cianobactérias se tornam imprópria para o consumo humano e banhos, portanto, durante o processo de floração deve-se evitar estas atividades para preservação da saúde da população.

Todas as perguntas, respostas e justificativas elaboradas foram digitadas em “Word” e depois foram salvas no bloco de notas em formato XML, pois, assim permitiam as alterações das questões sempre que fosse preciso e são apresentadas na íntegra no Apêndice A.

A etapa seguinte foi à escolha de qual programa utilizar para a criação do jogo. Para isso contou-se com a ajuda de um “Web designer” que escolheu o “Adobe AIR”, pois, é uma programa de fácil manuseio. Com o programa escolhido foram definidos outros pontos importantes: a inserção de imagens estáticas no jogo; a definição do número de jogadores que podem jogar simultaneamente – dois jogadores; a possibilidade dos jogadores escolherem o número de perguntas que irão responder durante o jogo; a opção pelo embaralhamento das perguntas no decorrer do jogo de forma que não haveria uma ordem exata das perguntas no momento da exibição possibilitando que cada vez que o jogador acesse o jogo possa aparecer um conjunto de perguntas em ordem diferente; e a possibilidade do jogador verificar o seu desempenho ao final do jogo.

Após a conclusão do jogo foi elaborado um tutorial que auxiliara os usuários, especialmente os professores, na usabilidade do jogo. Isso foi feito com o objetivo de facilitar a utilização do jogo no processo de ensino-aprendizagem no contexto da sala de aula.

O tutorial consiste no passo a passo para a utilização do jogo desde a instalação do programa que executa o jogo até o momento de finalização do jogo. A seguir os aspectos que são abordados no tutorial:

- a) O que é o CianoQuiz
- b) Como instalar o CianoQuiz
- c) Como abrir o CianoQuiz
- d) Configurando o número de jogadores, a quantidade e a valorização das questões.
- e) Inserindo o nome dos jogadores
- f) Passando a pergunta ao jogador
- g) Respondendo a questão
- h) Correção comentada da questão respondida
- i) Resultado final e análise de desempenho

## 4 O JOGO E O TUTORIAL

Nesse capítulo apresentamos o jogo CianoQuiz e seu tutorial. Esses produtos educativos, bem como o programa necessário para executar o jogo, são disponibilizados no CD que acompanha essa dissertação.

### 4.1 O jogo CianoQuiz “conhecendo o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias”

O “**CianoQuiz**” é um jogo multimídia de perguntas e respostas sobre cianobactérias e seus impactos na saúde humana. Ele pode ser jogado individualmente ou em equipe e tem como público-alvo os alunos do ensino médio, mas pode ser usado em outros níveis de ensino. É um jogo com enfoque em educação ambiental, que tem como principal objetivo conscientizar e informar os alunos sobre este problema que está presente nas águas de Minas Gerais e do Brasil. O jogo pedagógico permite ainda ao indivíduo assimilar a realidade do mundo segundo seus interesses e recursos cognitivos, diante disso os alunos através da ação de jogar, com temáticas próximas a sua realidade, são capazes de transformar uma situação fictícia em realidade transportando as informações para suas vidas e aplicando nas suas comunidades.

Do ponto vista pedagógico, os jogos educacionais são ferramentas que ajudam os alunos na construção e fixação de conceitos ensinados na sala de aula, o jogo pode ser motivador para alunos e também para os professores, pois, deixa de lado a visão tradicional do ensino.

O jogo digital ou multimídia foi escolhido devido aos avanços tecnológicos e a intimidade que os jovens possuem para manusear os computadores, o que aumenta o interesse em adquirir o conhecimento por meio desta ferramenta.

O “**Ciano Quiz**” é um jogo que aguça a competitividade entre os alunos, entretanto, não é só este o processo desencadeado pelo jogo nos alunos, a ação de querer adquirir o conhecimento também pode ser estimulada durante o ato de jogar e competir, enfim, o jogo ensina aos alunos a tomar decisões e às vezes antecipar o que o adversário poderia fazer, estimulando a busca pelo conhecimento.

A tela inicial do jogo vem apresentando o nome do mesmo, da autora, imagem de uma cianobactéria e o link iniciar e para começar o jogo deve-se clicar nesse link (Figura 1).

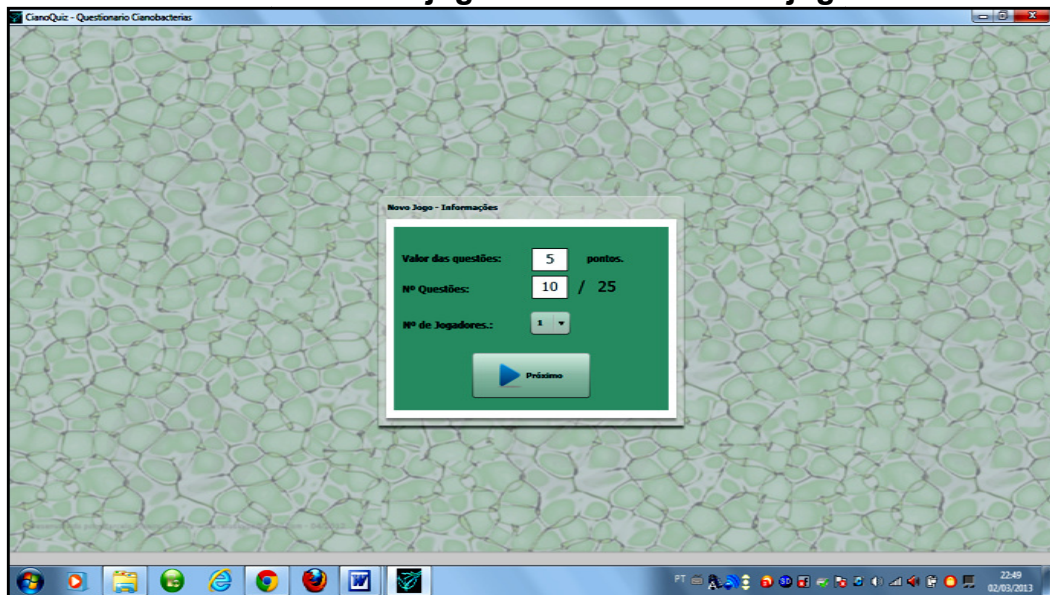
**Figura 1 - Tela inicial do jogo Ciano Quiz conhecendo os risco para saúde da contaminação das águas com cianobactérias**



Fonte: Elaborado pela autora

A segunda tela (Figura 2) vem explicitando a valorização de cada questão, a opção para escolher o número de questões que serão respondidas no jogo. O jogo consta com um banco de 25 questões sendo que em cada rodada o número de questões a ser respondida pode ser escolhido pelo participante. As questões possuem vários níveis de dificuldade para que se adequar de diferentes habilidades que o professor encontra em uma sala de aula. Nessa tela pode-se definir também o número de jogadores ou equipes que irão jogar (um ou dois). É importante colocar que o jogo pode ser adaptado pelo professor para ser jogado por mais jogadores ou equipes (veja item 5.1 dessa dissertação).

**Figura 2 - Tela que mostra a valorização das questões, número das questões número de jogadores e número de jogadores**



Fonte: Elaborado pela autora

Para o jogo ficar mais atraente foi adicionada uma tela (Figura 3) que permite aos jogadores escolher uma imagem e um nome para representá-lo no jogo. A inserção de imagens de sons foi realizada para tornar o jogo mais atrativo e favorecer o envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

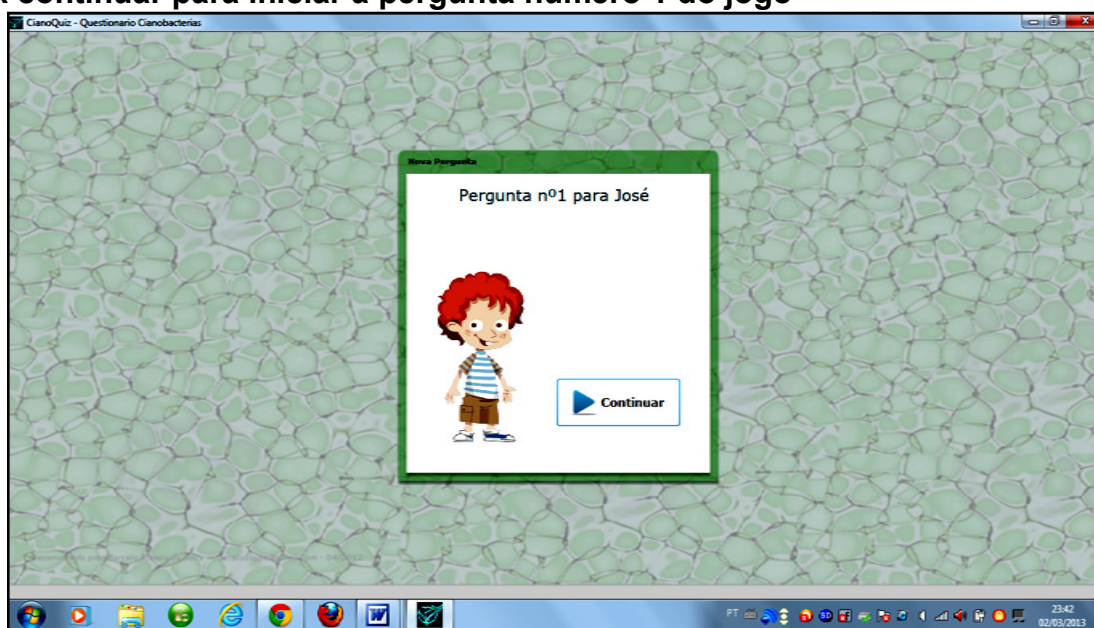
**Figura 3 - Tela que apresenta os personagens para que seja selecionado qual personagem os alunos querem ser durante o jogo**



Fonte: Elaborado pela autora

Na tela seguinte (Figura 4) aparece o nome e o personagem escolhido pelo jogador e a pergunta número 1 que irá iniciar o jogo. Para iniciar basta clicar no botão continuar.

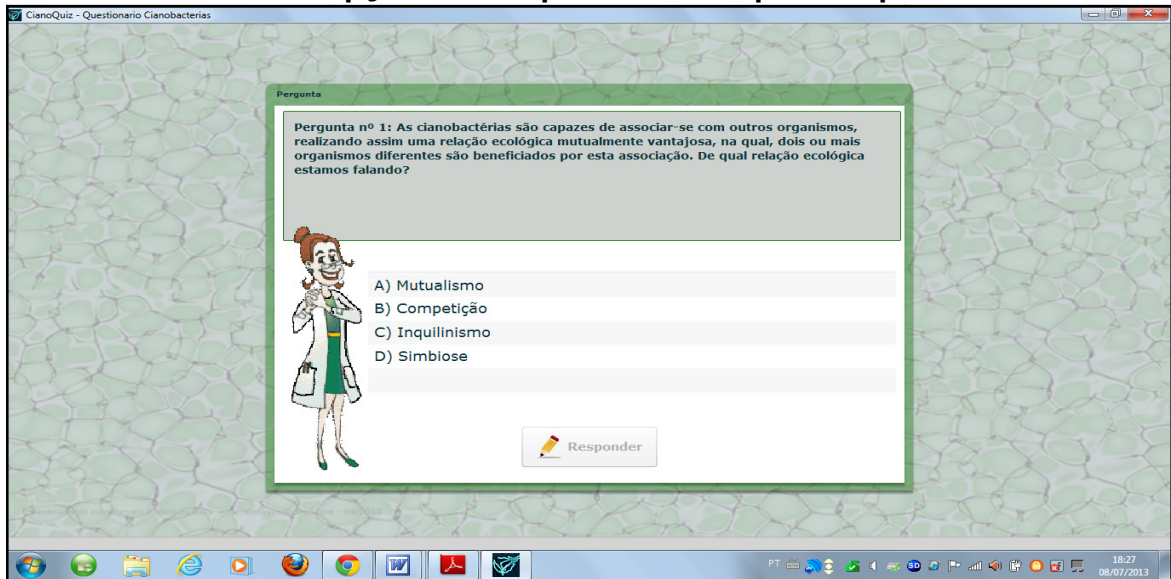
**Figura 4 - Tela que mostra o personagem e nome escolhido pelo jogador e o link continuar para iniciar a pergunta número 1 do jogo**



Fonte: Elaborado pela autora

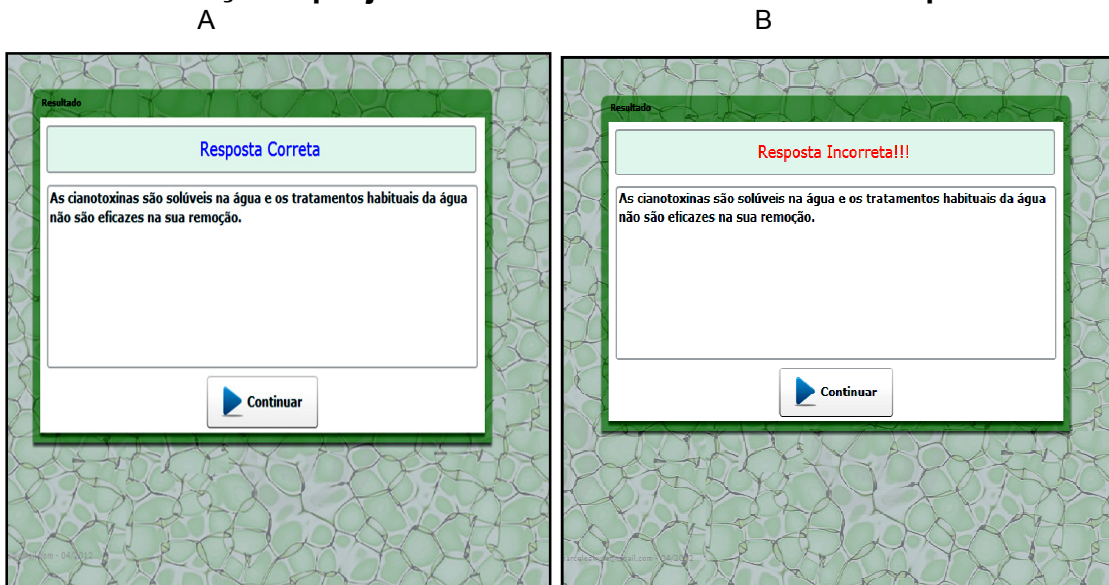
Com relação às perguntas do “**Ciano Quiz**” as mesmas apareceram aleatoriamente durante o jogo sem se repetir, e na tela (Figura 5) aparecerá a pergunta e quatro opções de resposta (A,B,C, e D). Em todas as questões terá a imagem simbolizando uma professora e para dar continuidade ao jogo o jogador deve clicar na resposta que acha que é a correta, e, em seguida no link responder. Em seguida aparecerá uma tela (Figura 6) seguida de um som para o acerto ou erro informando se o jogador acertou ou errou. Como o jogo deve ser um instrumento que consiga levar os alunos ao conhecimento é importante que o jogador possa aprender quando erra ou quando acerta. Por isso, no CianoQuiz foram acrescentadas em cada resposta informações para que os alunos aprendam com seus acertos e erros (gerenciamento de erros).

**Figura 5 - Tela com o número e pergunta da questão a ser respondida as opções de resposta e o link para responder**



Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 6 - Tela informando se a questão está correta (A) ou incorreta (B), com informações que justificam o erro ou o acerto e o link para continuar**



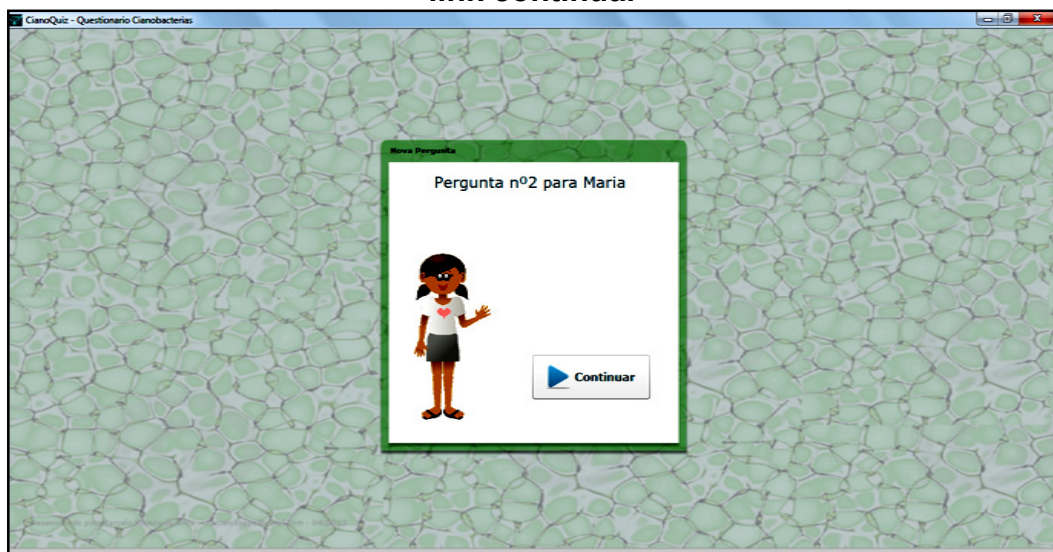
Fonte: Elaborado pela autora

Como relatado acima o jogo pode ser jogado por um ou dois jogadores, dando um aspecto de competitividade entre os alunos, entretanto a atenção do aluno não deve ser somente voltada para a competição, esquecendo-se dos conceitos a serem desenvolvidos e, assim, são de grande relevância a reflexão do aluno e o cuidado do professor para que o jogo exerça sua função pedagógica na

sala de aula.

Caso o jogo seja jogado por mais de um jogador, na tela (Figura 7) aparecerá nome e o personagem escolhido pelo segundo jogador, o número da pergunta e o link para continuar. Em seguida surgirá a questão, as alternativas e as respostas como mostrado nas Figuras 5 e 6, e, assim o jogo vai prosseguindo até que seja esgotado o número de perguntas configuradas no início do jogo pelos jogadores.

**Figura 7 - Tela evidenciando o nome e o personagem do segundo jogador e o link continuar**



**Fonte: Elaborado pela autora**

No final do jogo será apresentada uma tela de resultados (Figura 8) contendo o nome do vencedor, os pontos obtidos por cada jogador e o seu número de acertos e erros. Ao lado do nome do jogador também é apresentado uma mensagem referente ao seu desempenho. No final da tela aparecerá duas mensagens se o jogador irá fechar o jogo ou irá jogar novamente.

O desempenho é baseado nos intervalos de valores:

- a) 0% - 30%  Desempenho insuficiente - Você precisa melhorar bastante
- b) 31% - 50%  Desempenho abaixo da média-Você precisa melhorar
- c) 51% - 80%  Desempenho bom-Você pode ser melhor.
- d) 81% - 95%  Desempenho acima da média-Muito bom, mas você pode ser ainda melhor
- e) 96% - 100%  Desempenho ótimo-Parabéns!

**Figura 8 - Tela apresentando o resultado final do jogo e estatísticas do desempenho de cada jogador**



Fonte: Elaborado pela autora

## 4.2 Tutorial do CianoQuiz

O tutorial do “CianoQuiz” é um manual de cunho pedagógico que visa informar aos jogadores e também ao professor sobre o jogo. Ele ajudará os usuários a manusear o jogo desde a instalação nos computadores, passando por sua execução e finalização. A elaboração desse tutorial é fundamental para divulgação do CianoQuiz e com certeza facilitará sua utilização no contexto da sala de aula ou de ambientes de aprendizagem, especialmente os virtuais.

A versão impressa do tutorial encontra-se no Apêndice B e sua versão digital no CD que acompanha a dissertação.

## 5 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CianoQuiz

### 5.1 Relato de experiência: aplicação do jogo no contexto da sala de aula

O jogo foi aplicado pela autora do trabalho em uma escola de rede estadual de ensino, Escola Estadual João Gonçalves Neto de Ribeirão das Neves, em duas turmas do primeiro ano do ensino médio. A primeira turma (T1) com 29 alunos e a segunda (T2) com 26 alunos, totalizando, portanto, 55 alunos.

Para a aplicação do jogo, a T1 foi dividida em 3 grupos de 7 e 1 grupo de 8 alunos. A T2 foi dividida em 3 grupos de 6 e 1 grupo de 8 alunos.

No primeiro momento foi realizada, para ambas as turmas, uma mini-palestra sobre o tema cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana enfatizando a floração de cianobactérias que afetam os ecossistemas aquáticos de Minas Gerais, do Brasil e a ocorrência de alguns casos de agravos a saúde humana relacionados aos problemas da contaminação das águas por cianobactérias, esta mini-palestra está no Apêndice C dessa dissertação e o no CD que acompanha a mesma.

Posteriormente deu-se início ao jogo. Nas duas turmas, cada grupo recebeu cartões confeccionados em EVA com cores diferentes, com as opções A,B,C e D. Em seguida, foram explicadas as regras do jogo e os alunos foram informados que depois da leitura, de cada pergunta, ao ouvir o som do apito o representante de cada grupo precisaram levantar o cartão com a letra da resposta considerada correta pelo grupo.

Em seguida, o jogo CianoQuiz foi iniciado utilizando o recurso do *datashow*, pois, consiste uma ferramenta educacional digital.

Como existiam mais de duas equipes jogando algumas adaptações tiveram que ser feitas pra jogar o CianoQuiz. As adaptações feitas foram às seguintes:

- a) o numero total de questões escolhidas para serem respondidas durante o jogo foi vinte. As questões eram escolhidas aleatoriamente pelo próprio sistema do jogo, todas as perguntas eram diversificadas sendo diferente para cada grupo, por isso o banco de perguntas é mais extenso para que não ocorresse risco de perguntas iguais durante uma mesma partida;

- b) cada grupo deveria responder cinco perguntas e cada uma foi valorizada em cinco pontos e as pontuações alcançadas pelos grupos foram anotadas no quadro pelo professor para que depois fossem somados os pontos e verificado quem seria o grupo vencedor e o segundo lugar;
- c) caso ocorresse empate entre as equipes o jogo seria jogado novamente até que se conhecesse o vencedor;
- d) nas duas turmas, o primeiro e segundo lugar foram contemplados com brindes educacionais, contendo canetas, lápis e outros materiais.

No decorrer do jogo, em ambas as turmas, todos os alunos ficaram muito envolvidos com a atividade e com muito espírito de competitividade. Algumas perguntas os alunos acharam muito fáceis, principalmente as relacionadas com ecossistemas aquáticos de Minas Gerais. Eles tiveram facilidade para responder as questões ligadas ao cotidiano que falavam sobre medidas que deveria ser tomadas quando o local estivesse infectado por floração de cianobactérias ou sobre medidas de como poderia ser evitada a floração mostrando que eles conseguiram assimilar esses conhecimentos. Ressalta-se que os alunos tiveram dificuldade em responder questões relacionadas aos aspectos biológicos das cianobactérias que envolviam um conhecimento mais específico sobre as espécies e os tipos de toxinas liberadas pelas cianobactérias. Nos momentos de dificuldade, os alunos eram estimulados pela professora a tentar completar as respostas.

Durante o desenvolvimento do jogo, em ambas às turmas, observou-se um envolvimento grande dos alunos no processo de aprendizagem e uma vontade de adquirir novos conhecimentos ou mesmo ampliá-los. Alguns alunos comentaram que o jogo era criativo e tinha uma forma diferente para explicar o conteúdo. Em suas colocações eles comentaram a importância do gerenciamento dos erros que permitiu que eles aprendessem durante a partida e a importância da aproximação com situações do cotidiano.

### **5.1.1 Avaliação do jogo CianoQuiz pelos alunos**

#### **5.1.1.1 Metodologia**

Após o desenvolvimento do jogo, os alunos foram convidados a responderem dois questionários: um visando à avaliação pedagógica do jogo (APÊNDICE D) e outro visando à avaliação da aprendizagem de assuntos abordados no jogo (APÊNDICE E).

No questionário da avaliação pedagógica os alunos indicaram o grau de satisfação ao participar do jogo, responder 14 perguntas fechadas de **sim** ou **não** sobre os aspectos pedagógicos, tais como: objetividade, a facilidade de compreensão, se apresenta um assunto interessante, se há facilidade de compreensão da abordagem do tema, relação com o cotidiano do aluno, apresenta a combinação adequada do uso de textos e imagens e se sana dúvidas com relação com o tema abordado, etc. Finalizando esse questionário os alunos citaram o que mais gostaram e o que menos gostaram no jogo.

O questionário de avaliação da aprendizagem continha cinco perguntas contextualizadas e relacionadas com o cotidiano dos alunos. Todas propunham situações-problemas que requisitavam a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao jogar o CianoQuiz.

Em seguida, estão apresentadas as cinco perguntas utilizadas na avaliação de aprendizagem e o gabarito utilizado para fazer as correções das respostas dadas pelos alunos.

#### **Pergunta 1:**

José é pescador e entra em contato todos os dias com as águas do rio São Francisco. Em 2007 o rio estava com floração de cianobactérias. Por falta de informação, José entrou em contato com as águas todos os dias apesar do odor desagradável. Com o passar dos dias José observou que em seu corpo apareceram alguns manchas avermelhadas, com isso ele procurou o posto médico e verificou que as manchas na pele eram causadas por cianotoxinas. Que tipo de cianotoxina foi liberada pelas cianobactérias do rio São Francisco? Cite dois outros sintomas que essas cianotoxinas podem provocar.

Tipo de cianotoxina:

Sintomas:

**Resposta:**

Dermatotoxina. Vermelhidão e lesões nos braços e irritação dos olhos.

**Pergunta 2:**

Fred viajou para conhecer Belo Horizonte e durante a viagem visitou um dos cartões postais da capital, a lagoa da Pampulha. Ele ficou encantado com a beleza em alguns pontos, mas em outros ele ficou bastante desapontado, pois, ele verificou que a lagoa estava com uma cor esverdeada e dela exalava um odor bastante desagradável. Explique que processo foi observado por Fred na lagoa e suas respectivas causas?

Processo:

Causas:

**Resposta**

Eutrofização. Lançamento de resíduos sólidos, esgotos domésticos e industriais na Lagoa da Pampulha.

**Pergunta 3:**

As ações antrópicas (causadas pelo homem) são umas das principais causas da degradação intensa do meio ambiente e pode ter como consequência a contaminação das águas com as cianobactérias. Cite três atitudes que podemos tomar para evitar a floração das águas por cianobactérias.

**Resposta:**

- Evitar lançar resíduos sólidos, esgotos domésticos e industriais nas águas;
- Conscientizar a população sobre os danos causados pela poluição nas águas;
- Evitar lançar substâncias tóxicas próximo às águas;

**Pergunta 4:**

João foi intoxicado por um tipo de cianotoxina e apresentou os seguintes

sintomas: tontura, adormecimento da boca e de extremidades, fraqueza muscular, náusea, vômito, sede e taquicardia. Estes sintomas são causados por qual tipo de cianotoxinas?

**Resposta:**

Neurotoxina

**Pergunta 5:**

Tiago é um menino bastante extrovertido e atento ele ouviu no rádio que as águas do Rio São Francisco, que banha a sua cidade, estavam infectadas por cianobactérias, e, que as pessoas deveriam evitar contato direto com às águas do rio. Cite três atividades que devem ser evitadas durante este período em que o rio está contaminado.

**Resposta:**

- Tomar banho nas águas contaminadas;
- Ingerir água contaminada diretamente do rio;
- Ingerir peixes retirados do rio durante o período de contaminação.

As respostas dos alunos foram analisadas e classificadas como **correta**, **parcialmente correta** e **incorreta**, de acordo com o gabarito apresentado acima. A resposta foi considerada parcialmente correta quando estavam incompletas, por exemplo, em uma questão onde era solicitado citar três atividades que deveriam ser evitadas durante o período em que o rio está contaminado, se o aluno citasse apenas uma ou duas atividades.

Finalizando a avaliação, realizou-se uma entrevista com alguns alunos para verificar o que o jogo acrescentou no processo de ensino-aprendizagem da temática abordada. Foram entrevistados oito alunos de cada turma que responderam as seguintes perguntas:

“Você acha importante aprender sobre cianobactérias na escola? Por quê?”

“O jogo te ajudou aprender sobre cianobactérias? Por quê?”

“O que você aprendeu de mais interessante no jogo?”

### **5.1.1.2 Resultados**

Optou-se por agrupar a maioria dos dados da avaliação das turmas 1 (T1) e 2 (T2), pois, as turmas apresentam perfis bastante semelhantes na avaliação.

#### **Avaliação pedagógica:**

Verificou-se que, de modo geral, os alunos de ambas as turmas (55) fizeram uma avaliação positiva sobre o uso do jogo CianoQuiz como método de ensino (Tabela 1).

**Tabela 1- Avaliação Pedagógica do jogo CianoQuiz pelos alunos das turmas 1 e 2**

Pergunta	Sim			
	Não		Sim	
	N	%	N	%
É objetivo, com informações diretas?	5	9,0	50	91,0
É fácil de compreender?	8	14,5	47	85,5
Apresenta assunto interessante?	7	12,7	48	87,3
Facilita a compreensão da temática abordada?	9	16,4	46	83,6
A linguagem é adequada?	4	7,3	51	92,7
Faz relação com o seu cotidiano?	14	25,5	41	74,5
Apresenta combinação adequada do uso de textos e imagens?	14	25,5	41	74,5
É motivador e desperta interesse?	13	23,6	42	76,4
Possui exemplos para sanar dúvidas com relação aos temas abordados?	10	18,1	45	81,9
Ajuda na aprendizagem de conteúdos de biologia/saúde?	10	18,1	45	81,9
Apresenta material desnecessário que pode poderia ser retirado?	35	63,6	20	36,4
Faz pensar sobre ações do dia-a-dia?	11	20,0	44	80,0
Trata de um assunto sobre o qual você tinha dúvidas?	24	43,6	31	56,4
Colabora para que haja mudanças de atitudes na sua vida?	6	10,9	49	89,1

**Fonte: Dados da pesquisa**

De acordo com Cabrera, o uso do lúdico na sala de aula motiva o adolescente, criando um ambiente de descontração que torna favorável a aprendizagem, pois, o aprendiz coloca em ação seus processos mentais iniciais, transformando-os em processos mais elaborados e conseqüentemente, constrói seu próprio conhecimento. Tal afirmativa pode ser comprovada na avaliação pedagógica aplicada nas duas turmas, onde 76,4% dos participantes da pesquisa responderam afirmativamente no quesito que questionava se o jogo era motivador e despertava interesse (CABRERA, 2007). É interessante notar que 83,6% dos alunos, confirmam que o uso dos jogos lúdicos facilita a compreensão da temática abordada, entrando em concordância com as ideias enfatizadas por Santana, que pontua que o lúdico pode contribuir para o aprendizado, pois além de ser prazeroso para o aluno, é a interpretação do contexto sócio-histórico refletido na cultura, agindo como um mediador da aprendizagem, cooperando significativamente para o processo de construção do conhecimento do aluno. (SANTANA, 2008).

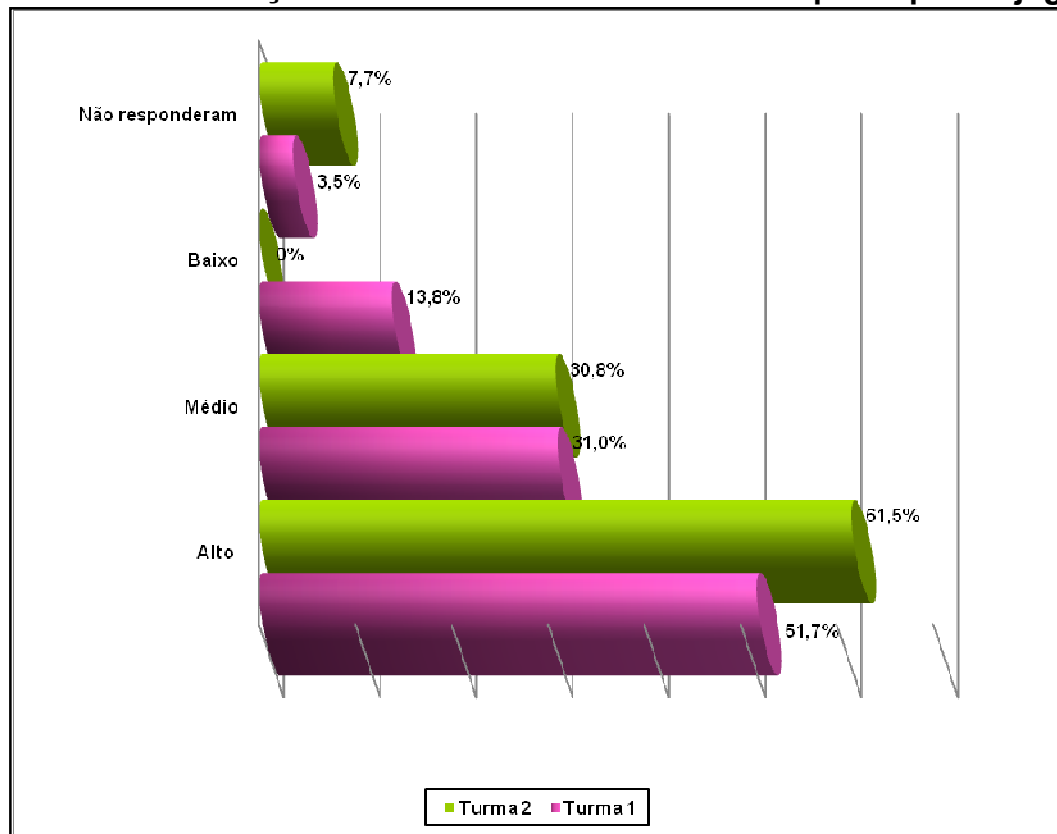
Continuando a análise da avaliação pedagógica do jogo, os alunos afirmam que o jogo ajuda na aprendizagem dos conteúdos de biologia/saúde, 81,9 % afirmaram isso. Os dados são concordantes com o fato da ação de jogar dar mais sentido às tarefas e aos conteúdos, aprender com prazer, encontrar modos lúdicos de construir conhecimentos, saber observar melhor a situação, aprender a olhar o que é produzido, corrigir erros, antecipar ações e coordenar informações (MACEDO, PETTY; PASSOS, 2005).

Como planejado na sua elaboração, 74,5% dos estudantes afirmaram que o jogo CianoQuiz faz relação com o cotidiano e; 80,0% confirmaram que o jogo sobre a temática proposta os faz pensarem sobre ações do seu dia-a-dia e afirmaram que o jogo os faz pensar e colabora para mudanças de atitudes na vida real. Era nosso objetivo que as questões contextualizadas do jogo levassem os alunos a pensar sobre seu dia-a-dia (sua realidade) e fazer com que os conhecimentos adquiram significado e que possam incentivá-los a transformá-los em ações permanentes para tentar mudar a sua realidade local. Contextualizar o conhecimento retira o aluno da condição de espectador passivo, fazendo com que o conteúdo se transforme em aprendizagens significativas e estabeleça entre o aluno e o objeto de estudo uma relação de reciprocidade (SANTOS, 2007).

Existem alguns aspectos do jogo que não foram bem avaliados pelos alunos. Aproximadamente 44% dos alunos das turmas 1 e 2 responderam que o jogo não trata de um assunto qual eles tinham dúvidas; 36% dos alunos afirmam que o jogo possui material desnecessário que poderia ser retirado do jogo. Segundo alguns alunos a música contida no jogo que não soou muito bem durante a partida, o que pode ter ocorrido devido a distorção do som ocasionado pelo aparelho de som da escola.

Quando foi avaliado o grau de satisfação em jogar o jogo (gráficos 1) os participantes da pesquisa manifestaram um alto grau de satisfação (51,7% da T1 e 61,5% da T2); 31,0% da T1 e 30,8% da T2 apresentam grau médio de satisfação e apenas 13,8% da T1 e 0% da T2 manifestaram baixo grau de satisfação. Ressalta-se que 3,5% dos alunos da T1 e 7,7% da T2 não responderam a essa questão.

**Gráfico 1 - Satisfação dos alunos das turmas 1 e 2 ao participar do jogo**



Fonte: Dados da pesquisa

O alto grau de satisfação observado no Gráfico 1 pode ser devido ao uso de uma metodologia diferenciada das aulas tradicionais aliada ao uso dos recursos digitais, sem dúvida um atrativo para os adolescentes.

Percebeu-se que durante a aplicação da do jogo os alunos sentiram-se bastante estimulados a responder as questões e a interagir com os colegas do grupo. De acordo com Campos, Bortoloto e Felício, o jogo proporciona estímulo ao interesse do aluno, desenvolve a interação social, permite que se realizem novas descobertas. (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2002).

Durante os diálogos na aplicação do jogo em sala de aula, os alunos ressaltaram o fato de o jogo conter uma temática da qual alguns nunca tinha ouvido falar e outros já escutaram, mas, sabiam superficialmente. Outro aspecto relevante levantado pelos alunos é o fato da metodologia utilizada ser digital, eles relataram essa metodologia nunca havia sido utilizada na sala de aula como recurso didático. O uso da informática na educação através de softwares educativos é uma das áreas da informática na educação que ganhou mais terreno ultimamente. Isto se deve principalmente a que é possível a criação de ambientes de ensino e aprendizagem individualizados (ou seja, adaptado às características de cada aluno) somado às vantagens que os jogos trazem consigo: entusiasmo, concentração, motivação, entre outros. Os jogos mantêm uma relação estreita com construção do conhecimento e possui influência como elemento motivador no processo de ensino e aprendizagem (PASSERINO, 1998).

O ensino de Educação Ambiental (EA) nas escolas, tenta inserir novos recursos instrucionais, sendo que segundo Dias (1999), os materiais convencionais devem continuar sendo utilizados e desenvolvidos, mas há a necessidade de novos recursos capazes de organizar os conhecimentos de modo que sejam mais representativos das questões do ambiente real. Neste caso, os jogos e as simulações que tenham como o tema o ambiente tornam-se importantes para acentuar o papel dos conhecimentos científicos junto às funções a serem desempenhadas pela tecnologia e o lugar dos valores sociais e éticos, na tomada de complexas decisões e preparação de medidas para resolução de problemas ambientais.

Ao serem questionados sobre os aspectos que mais gostaram e os que menos gostaram no jogo, os alunos citaram os itens apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Aspectos do jogo mais apreciados pelos alunos das turmas 1 e 2

Aspecto	Alunos	
	N	%
Gostou de tudo	28	50,9
Perguntas bem elaboradas	8	14,4
Jogo é interessante	5	9,0
Jogo ensina	5	9,0
O jogo permite interação entre o grupo	3	5,4
O jogo testa os conhecimentos prévios dos alunos	2	3,6
Aprender informações que não sabiam	1	2,0
O feedback das perguntas	1	2,0
Aprender informações que não sabiam	1	2,0
A motivação dos componentes de cada grupo perante o jogo	1	2,0

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 - Aspectos do jogo menos apreciados pelos alunos das turmas 1 e 2

Aspecto	Alunos	
	N	%
Gostou de tudo	12	21,8
Da música	11	20,0
O tempo curto para realização da metodologia do jogo	8	14,5
Não ganhou o jogo	6	11,0
Das perguntas	5	9,0
Resposta em branco	4	7,3
Da indisciplina de alguns alunos durante a realização do jogo	4	7,3
Do tema	3	5,5
De errar	2	3,6

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados da Tabela 2 mostram que a aprendizagem através do jogo é motivadora, dinâmica, os conhecimentos adquiridos são significativos e que a interação entre os grupos são alguns dos aspectos bem valorizados pelos alunos na utilização do jogo como estratégia didática. Koslosky destaca que os mecanismos e instrumentos associados a jogos são importantes e eficientes em situações de ensino-aprendizagem, porque promovem a construção do conhecimento e possibilitam “o acesso da criança a vários tipos de conhecimentos e habilidades” (KOSLOSKY 2000, p. 63). E, no ensino de Educação Ambiental é essencial que os alunos possam adquirir vários tipos de conhecimentos e habilidades. Há muito se vem discutindo e realizando atividades, no âmbito escolar, relativas a atitudes que contribuem para melhoria do ambiente. Deixamos muitas vezes, entretanto, de explorar questões referentes à dinâmica das interações ocorridas na natureza; ao desenvolvimento econômico adotado em diversos países que priorizam ações que causam grandes impactos ambientais; à maneira como ser humano vem se relacionando com o meio ambiente através dos tempos; as soluções que estão sendo pesquisadas apresentando resultados positivos na conservação do ambiente; dentre outros (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009).

Entre os aspectos menos apreciados pelos alunos destaca-se: o tempo curto para realização da metodologia do jogo e a indisciplina de alguns alunos. Macedo, Petty e Passos, alertam que os profissionais que atuam na área da educação enfrentam o constante desafio de construir com seus alunos condições favoráveis à aprendizagem; porém, o mau comportamento é um dos grandes empecilhos para o trabalho fluir progressivamente, e ainda segundo os mesmos autores o jogo é um importante instrumento para trabalhar com alunos que tem dificuldade de autodisciplina e, principalmente, de reconhecê-la como recurso a seu favor na vida, e não só como estudante. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005).

Com relação ao desagrado pelas perguntas do jogo (9,0%) observou-se que os alunos tiveram dificuldades em compreender e responder perguntas contextualizadas e que apresentem situações-problema, eles se saíram melhor e estão habituados a responder perguntas simples e objetivas. Sabe-se que a interpretação de textos é um dos problemas enfrentados no processo de ensino/aprendizagem. Segundo Rojo, o Programa Internacional de Avaliação Seriada (PISA/INEP), embora com uma visão cognitiva da leitura traz resultados

alarmantes em relação a essa capacidade de nossos alunos. Os dados desse programa de avaliação demonstraram que significativa parcela de estudantes apresenta muitas dificuldades ou mesmo incapacidade de compreender textos mais complexos. (ROJO, 2009).

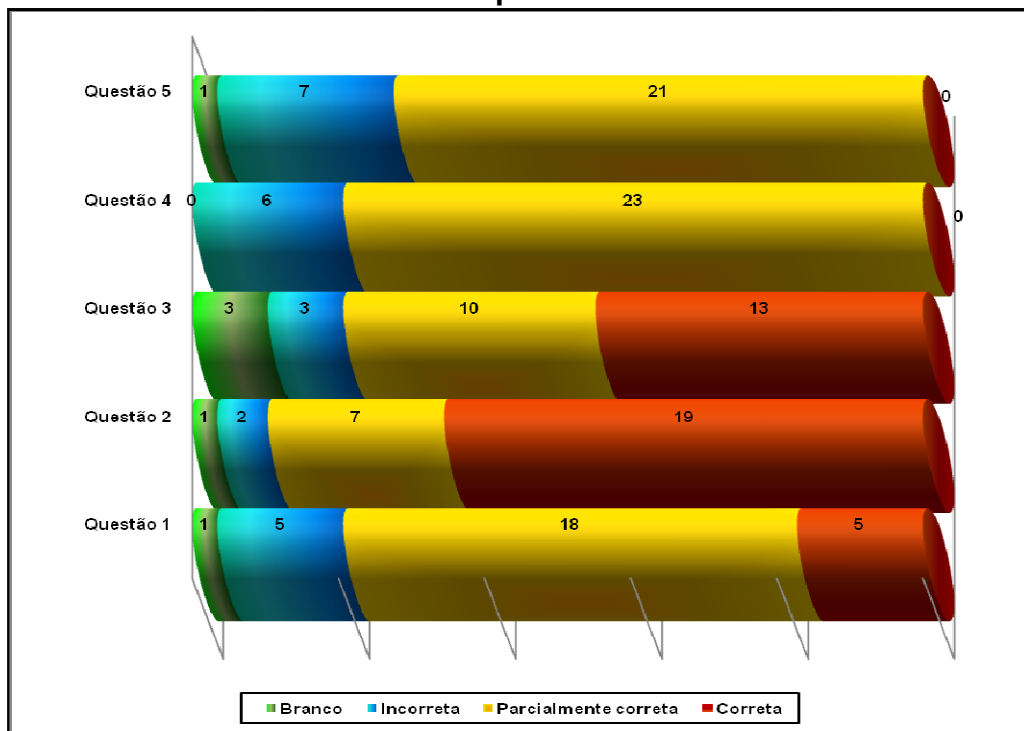
Com relação ao tempo limitado para a realização do jogo, este se deveu a problemas internos na escola onde o jogo foi aplicado. Macedo, Petty e Passos afirmam que jogar toma um tempo maior do que o previsto, principalmente quando crianças aprovam o jogo. Assim é importante salientar que o professor deve planejar e reservar momentos apropriados para explorar e aproveitar ao máximo as características pedagógicas do jogo. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005)

Os alunos (20,0%) citaram a música como um item que desagradou. No decorrer da aplicação do jogo nessa turma a música estava distorcida devido a problemas no som utilizado, esse fato pode ter levado os alunos a não aprovação da melodia, ressaltando também que a música é um item opcional pode-se alterar o volume quando não quiser utilizar a melodia.

#### **Avaliação da aprendizagem:**

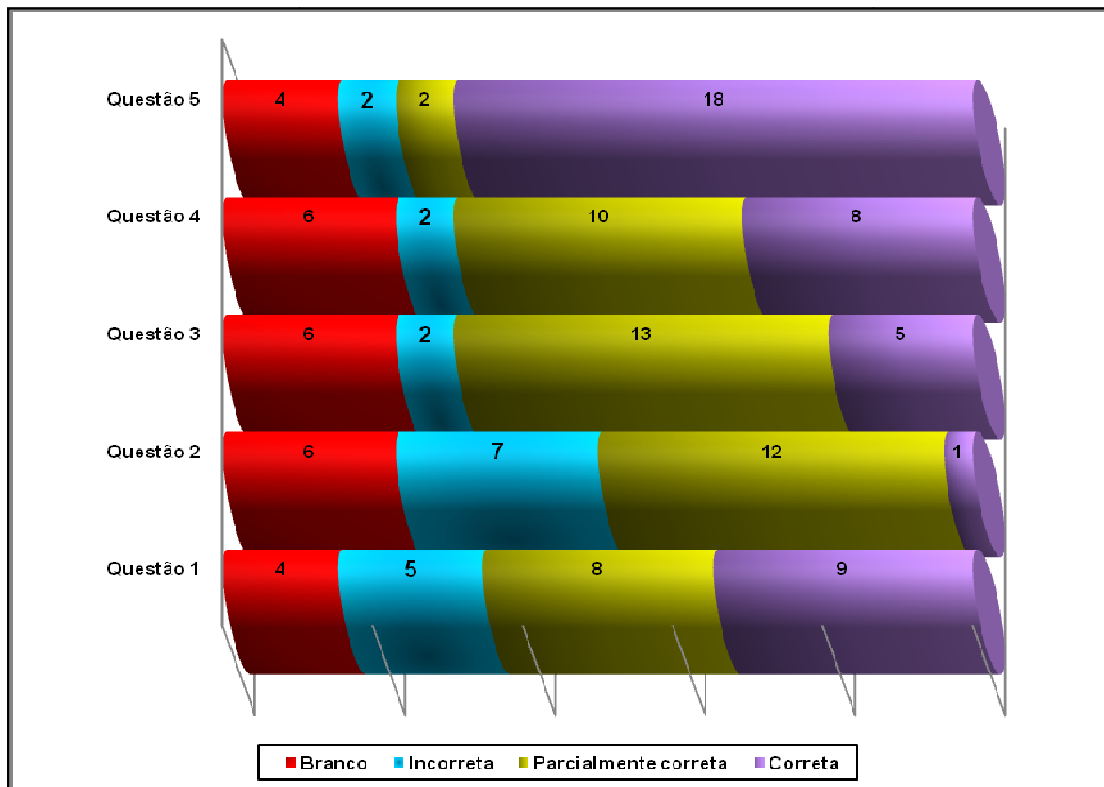
Os resultados da análise das respostas dos alunos as questões feitas para avaliar a aprendizagem obtida através da aplicação do jogo estão apresentados nos gráficos 3 (turma 1).e 4 (turma 2)

Gráfico 2 - Análise das respostas dos alunos da turma 1



Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 3 - Análise das respostas dos alunos da turma 2



Fonte: Dados da pesquisa

A primeira pergunta solicitava que os alunos citassem qual a cianotoxina que afetou o rio São Francisco e pedia que os mesmos citassem dois outros sintomas que essa cianotoxina pode provocar, além do que foi relatado na questão. Na turma 1, a maioria dos alunos respondeu a questão de forma parcialmente correta, eles até conseguiam citar os dois outros sintomas, sendo que mais citado foi a irritação nos olhos, mas não conseguiam informar que eram as dermatoxinas as causadoras dos problemas. Na turma 2, a maioria dos alunos respondeu a questão corretamente, os mesmos citaram a dermatotoxina e os sintomas: irritação nos olhos, vermelhidão na pele e lesões no braços.

A segunda questão é contextualizada com a realidade local dos alunos, especifica o que eles observam quando passam pela Lagoa da Pampulha e pergunta qual o processo que desencadeou o odor desagradável, a mortandade de peixes e cor esverdeada e as possíveis causas desse processo. Na turma 1, grande parte dos alunos respondeu corretamente à questão. Eles relataram que o fenômeno é a eutrofização e suas causas são o lançamento de esgotos domésticos e industriais e a poluição em si. Na turma 2, os alunos indicaram as causas de forma correta, mas não conseguiram dar nome ao processo, por isso a maioria das respostas foi considerada parcialmente correta.

A terceira questão requeria que os alunos citassem três atitudes que poderiam evitar a floração de cianobactérias nas águas. Essa questão os alunos tiveram dificuldade para responder de forma totalmente correta (turmas 1 e 2). Na turma 1, os alunos citaram as três atitudes que poderiam evitar o problema da floração de cianobactérias:

- a) Evitar lançar esgotos domésticos nas águas,
- b) evitar lançar produtos de limpeza nos ecossistemas aquáticos e
- c) conscientizar a população dos danos que a poluição das águas causam ao meio ambiente.

Na turma 2, muitos alunos citaram uma ou duas atitudes. Ressalta-se que a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada

um e da sociedade, local e global. Para isso é necessário que, mais do que informações e conceitos, a escola se proponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores, com o ensino e a aprendizagem de habilidades e procedimentos. E esse é um grande desafio para a educação. Comportamentos “ambientalmente corretos” serão aprendidos na prática do dia-a-dia na escola (BRASIL, 2000, p.25).

A questão quatro citava alguns sintomas e solicitava que os alunos escrevessem qual cianotoxina eram as responsáveis por eles. A resposta era neurotoxina, boa parte dos alunos respondeu parcialmente, pois, citaram nomes que se aproximavam do correto como: neuro, toxina neurológica.

A quinta e última pergunta pedia que os alunos citassem três atividades que devem ser evitadas durante o período em que as águas estão contaminadas por cianobactérias. Nas duas turmas, as respostas foram principalmente corretas e parcialmente corretas. Ou seja, muitos alunos conseguiram citar uma, duas ou três atividades que devem ser evitadas que incluem: tomar banho nas águas contaminadas; ingerir água contaminada diretamente do rio; ingerir peixes retirados do rio durante o período de contaminação. Todas essas atividades devem ser evitadas durante o período que águas estiverem contaminadas e a população deve ser alertada pelas autoridades sobre o perigo que é entrar em contato com a água.

O desempenho obtido pelas turmas 1 e 2 contradiz o resultado obtido na avaliação pedagógica onde 41,4% dos alunos da T1 e 46,1% da T2 disseram que o jogo não trata de assunto sobre o qual eles tinham dúvidas. Observou-se que mesmo após a aplicação do jogo ainda permaneceu a dificuldade de responder perguntas referentes ao tema.

A análise dos dados apresentados nos gráficos 3 e 4 mostra que, de modo geral, o jogo CianoQuiz colaborou para o ensino/aprendizagem do tema cianobactérias e seus impactos na saúde humana, pois não houve predominância de respostas incorretas e em branco. A maioria das respostas estava correta ou parcialmente correta.

As respostas dos alunos na entrevista oral reforçaram os dados apresentados acima e mostraram como os mesmos perceberam a contribuição significativa que o jogo deu para a aprendizagem da temática cianobactérias. Isso pode ser observado nas falas de alguns alunos expostas a seguir.

[...] o tema cianobactérias ensina relacionar com o nosso cotidiano e melhorar o nosso aprendizado; Com o uso do jogo aprendemos mais, pois o conhecimento torna mais significativo quando utiliza um recurso atrativo; O jogo é muito interessante, pois, aprendemos jogando e aprendemos com os acertos e erros da questão e achei muito importante os comentários da questão.

Na entrevista alguns alunos enfatizaram a importância de aprender sobre as cianobactérias e conseqüentemente sobre o meio ambiente:

[...] aprendemos sobre poluição das águas e cianobactérias e conscientizamos sobre um problema que atinge a nossa região.

Com o jogo aprendi sobre coisas que não sabia e a partir daí conscientizar a população sobre um tema tão importante quanto é o meio ambiente.

### **5.1.2 Avaliação do jogo CianoQuiz pelos professores**

#### **5.1.2.1 Metodologia**

Após a aplicação do jogo para os alunos, foi aplicado para 2 professores das turmas participantes um questionário para que eles pudessem avaliar os aspectos pedagógicos do jogo e do tutorial (APÊNDICE F). Outros 8 professores, participantes de uma oficina sobre cianobactérias realizada na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia na PUC Minas, tiveram acesso a um CD que continha o jogo e o tutorial que eles puderam levar para casa e testar a usabilidade do jogo em seus computadores. Posteriormente, o questionário para avaliação do material (APÊNDICE F) foi enviado e respondido online (via email) por esses professores. Portanto, um total de 10 professores avaliaram o jogo CianoQuiz e seu tutorial.

As Tabelas 4a, 4b e 4c contêm informações relevantes sobre o perfil dos professores entrevistados: tempo de docência, formação e as disciplinas que lecionam.

**Tabela 4a - Tempo de docência dos professores**

<b>Tempo de docência dos professores</b>	<b>%</b>
<b>3 anos</b>	<b>14,3%</b>
<b>4 anos</b>	<b>14,3%</b>
<b>5 anos</b>	<b>14,3%</b>
<b>12 anos</b>	<b>14,3%</b>
15 anos	14,3%
21 anos	14,3%
26 anos	14,3%

Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 4b- Formação dos professores**

<b>Formação</b>	<b>%</b>
Graduação em ciências biológicas	42,9%
Mestrado	42,9%
Mestrando(a)	14,3%

Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 4c - Disciplina que leciona**

<b>Disciplina</b>	<b>%</b>
Biologia	100%
Ciências	28,6%
Química	14,3%
Ensino Superior	14,3%

Fonte: Dados da pesquisa

### **5.1.2.2 Resultados**

Os resultados apresentados na tabela 5 mostram que o jogo e o tutorial foram muito bem avaliados pelos professores. Apenas em dois itens avaliados, o jogo facilita a compreensão do conteúdo abordado e apresenta informações atualizadas, não houve unanimidade na aprovação.

**Tabela 5 - Avaliação pedagógica do jogo e do tutorial pelos professores**

Aspecto	Avaliação dos professores		
	Sim	Não	Em parte
Apresenta facilidade de uso	100%	0%	0%
Fornecer ajuda para uso	100%	0%	0%
As instruções de uso do material são claras	100%	0%	0%
Apresenta facilidade de manipulação	100%	0%	
Os textos e imagens estão apresentados de	100%	0%	0%
Possui linguagem adequada	100%	0%	0%
Apresenta o conteúdo de forma clara e objetiva	100%	0%	0%
Facilita a compreensão do conteúdo abordado	85,7%	0%	14,3%
Apresenta conteúdo contextualizado e coerente	100%	0%	0%
Apresenta informações atualizadas sobre o	85,7%	0%	14,3%
Apresenta material desnecessário que poderia ser retirado	0	100%	0%

**Fonte: Dados da pesquisa**

Foi realizada também uma entrevista com alguns professores para saber o que eles acharam do CianoQuiz. Na entrevista oral, os professores expressaram o quanto uma metodologia diferenciada, como o uso do CianoQuiz, pode ser um recurso importante e contribuir para o ensino/aprendizagem no contexto da sala de aula. Isso pode ser observado nas falas dos professores colocadas a seguir.

Gostei muito do material que veio de encontro o que estava precisando na minha função como docente, e no aspecto visual o "Ciano Quiz " estimula o aprendizado e faz uma auto reflexão sobre o tema;O jogo é muito interessante, favorece muito e também facilita a vida do professor, pois em

sala de aula o conhecimento deve ser construído pelos alunos e é essencial que o professor busque uma forma de tornar às aulas mais atrativas para os alunos.

O conteúdo do jogo é muito interessante, acho que aplicação está suficiente e dá para contextualizar bastante, alguns alunos não tem noção do que é poluição e conseqüentemente cianobactérias. Às vezes o conteúdo em sala de aula é repassado muito rápido por isso os alunos não conseguem absorver muito o conteúdo e com uso do jogo pode-se tornar mais significativo.

Diante dos resultados positivos com relação ao jogo e ao tutorial percebe-se que os professores estão em busca de métodos mais eficientes para ensinar e consideraram o CianoQuiz uma ferramenta contextualizada e adequada para ensinar a temática sobre cianobactérias. Segundo Porto, Ramos e Goulart, é desejável que várias estratégias e recursos didáticos sejam utilizados pelos professores. Cabe-lhe selecionar os conteúdos e as estratégias de ensino que serão utilizadas em sala de aula, pensando em situações para apresentar o problema inicial; como motivar o estudo do tema; verificar o que os alunos já sabem a respeito do tema ou outros conhecimentos a eles relacionados; avaliar que recursos utilizar para tornar a aula mais interessante e motivadora. Daí, a importância do professor no processo de aprendizagem dos alunos. (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação descreveu o planejamento, a criação e avaliação de materiais didáticos: um jogo e seu tutorial, abordando à temática cianobactérias. O jogo elaborado tem caráter multimídia e foi construído no formato digital pelo fato dos adolescentes possuírem afinidade com as novas tecnologias. O trabalho teve como princípio norteador a busca por métodos eficazes para o ensino e aprendizagem que levem os discentes a pensarem e a formular o seu próprio conhecimento, utilizando metodologias que sejam dinâmicas e atrativas e que possam relacionar os problemas ambientais atuais com o cotidiano do aprendiz.

Portanto, o jogo **CianoQUIZ “Conhecendo os riscos a saúde pela contaminação das águas com cianobactérias”** foi elaborado levando em consideração quatro aspectos fundamentais:

- a) as características da educação ambiental no ensino;
- b) a aplicação de atividades lúdicas em sala de aula de forma produtiva no processo de ensino e aprendizagem;
- c) a importância da contextualização no ensino e
- d) a inserção produtiva de jogos multimídias na educação.

O propósito dos materiais foi contribuir com um novo recurso multimídia para o ensino de um tema ambiental, que envolve contextos da saúde e social, que está presente na vida das pessoas e que ajudará na formação integral do educando. O uso desses materiais possibilita uma interação coletiva à cidadania e contribui para a criação de uma consciência ambiental consistente, intercalando o uso do lúdico com a era digital, para despertar o interesse, a motivação e a participação no processo de ensino/aprendizagem.

Relatou-se a experiência da aplicação e avaliação do jogo pelos alunos do ensino médio e professores das áreas de ciências e biologia, em uma atividade lúdica digital , dentro do espaço escolar. Após a atividade, aspectos pedagógicos do jogo foram avaliados pelos discentes e docentes por meio de questionários investigativos e entrevistas gravadas. Os resultados da avaliação tanto por parte dos educandos quanto dos professores foram bastante positivos. Na avaliação pelos

alunos destacam-se os seguintes aspectos: apresenta um assunto interessante, faz relação com o seu cotidiano, é motivador, desperta interesse, faz pensar sobre ações do dia-a-dia e colabora para que haja mudanças de atitudes na vida. Com relação à avaliação pelos professores ressalta-se sobre o jogo e o tutorial: a facilidade de uso, fornece ajuda para o uso, as instruções do uso do material são claras, apresenta o conteúdo de forma clara e objetiva e facilita a compreensão do conteúdo abordado.

Os professores relataram que o tutorial que foi construído visando auxiliá-los na aplicação do jogo na sala de aula ficou claro e adequado. Consideramos importante a elaboração desse tipo de material para acompanhar o jogo didático uma vez que alguns professores possuem dificuldades em usar objetos digitais de forma construtiva e produtiva no contexto escolar.

Certamente os aspectos ressaltados tanto pelos educandos quanto pelos docentes mostram que o jogo constitui um objeto de aprendizagem concreto que favorece a construção do conhecimento e que, tendo o professor como mediador pode contribuir para a educação ambiental e para a construção de cidadania. Destaca-se ainda que segundo os discentes o jogo é uma atividade prazerosa que ajuda na aprendizagem da temática abordada e, de acordo com os professores, apresenta conteúdo contextualizado e atualizado coerente com o nível de ensino proposto ao ensino médio.

O desenvolvimento do Cianoquiz no contexto da sala de aula promoveu uma dinâmica que teve o professor como mediador e os alunos como ponto central das ações e representou uma oportunidade de interação, de discussão de questões ambientais e de saúde, de troca de conhecimentos entre os estudantes, de esclarecimento de dúvidas, de entrosamento e descontração, permitindo também uma aproximação do educador com os educandos. Esse recurso didático multimídia contribuiu para despertar o interesse para situações-problemas relacionadas à degradação do meio ambiente e os danos que causam na população, ampliando o conhecimento dos participantes, estimulando e conscientizando sobre a responsabilidade que nós seres humanos temos sobre o meio ambiente e os cuidados com o mesmo.

Com relação ao potencial do CianoQuiz para produzir aprendizagem, o relato oral e avaliação do entendimento sobre os conteúdos específicos abordados no jogo

mostrou que os discentes foram capazes de perceber o quanto o jogo contribui para o aprendizado de um tema sobre o qual eles sabiam pouco e que o recurso pedagógico favoreceu a assimilação de conceitos importantes sobre cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana.

Nossos dados são corroborados por alguns relatos de experiência com jogos pedagógicos em educação ambiental, biologia e ciências como: “O painel da microbiologia: aprendendo sobre bactérias, fungos e vírus dos autores Candeias, Hiroki e Campos (2007), Jogos didático-pedagógicos ecológicos: uma proposta para o ensino de ciências, ecologia e educação ambiental de Souza e Júnior (2007), O Jogo da Memória, como facilitador no ensino de ecologia e educação ambiental dos autores Chapla et al., e por último a experiência com jogos digitais na Web: instrumento de aprendizagem de educação ambiental no ensino fundamental dos autores Kneipp, Miranda e Albuquerque (2006). Essas experiências mostram que o uso do jogo lúdico é uma metodologia eficaz no processo de ensino e aprendizagem de temáticas ambientais e no ensino de ciências e biologia.

Assim, pode-se concluir que o uso do jogo digital merece um espaço maior na prática pedagógica cotidiana dos professores. Esse tipo de metodologia pode contribuir para que os professores deixem de serem meros transmissores de informações para os alunos e passem a serem mediadores e contribuam para a construção gradativa do conhecimento pelos educandos.

Finalmente, espera-se sinceramente que os produtos educacionais aqui relatados possam ser de grande valia tanto para professores quanto para os alunos, pois, o uso de recursos multimídias vem se tornando cada vez mais frequente no contexto da educação, embora, infelizmente, eles ainda sejam recursos inviáveis para algumas realidades do Brasil. Espera-se que eles possam contribuir para a construção de um conhecimento concreto, desenvolvimento de competências relacionadas à cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana. Assim, será imensamente satisfatório que o CianoQuiz e o seu tutorial sejam utilizados como recursos didáticos em instituições de ensino que procuram inovações para a educação e que prezam a construção de conhecimentos significativos pelo educando. Lembrando ser necessária e possível a adaptação do jogo a realidade local e dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.R.; COUTINHO, F.A.; CHAVES, A.C.L. Percepção de alunos do Ensino Médio sobre a utilização de recursos multimídia no ensino de Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. 2009 Florianópolis, SC; Florianópolis. **Anais...**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/conferencia/index.php/enpec/viienc/paper/view/621/75>> Acesso em: 15 jan. 2013.
- ANTUNES, Celso. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Vozes. Petrópolis, 1998.
- APELDOORN, M.E. et al. Toxins of cyanobacteria: **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 51, n. 1, p. 7-60, 2007.
- ARRUDA, Eucídio Pimenta. **Ciberprofessor: novas tecnologias, ensino e trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- ARRUDA, Eucídio Pimenta. **Jogos digitais e aprendizagens: o jogo Age of Empires III desenvolve idéias e raciocínios históricos de jovens jogadores?** 235f. 2009. Tese (Doutorado). Disponível em:< <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FAEC-84YTDL/teseucidio.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 03 set. 2012.
- AZEVEDO, Ryan Ribeiro de et al. Ensino e Aprendizagem de Educação Ambiental Através de um Jogo Eletrônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 12, 2011, Aracajú SE. **Anais...**, Aracajú SE: ISBIE, 2011.
- AZEVEDO, S.M.F. et al. First report of microcystins from a Brazilian isolate of the cyanobacterium *microcystis aeruginosa*. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 6, p. 261-265, 1994.
- AZEVEDO, S.M.F.O. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina On-line**, v. 1, n. 3, 1998.
- AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. Morfologia e reprodução. In: SANT'ANNA, C.L. et al. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, capítulo2, p.4-8. 2006.
- AZEVEDO, S.M.F.O.; VASCONCELOS, V.M. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (Org.) **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: RIMA. Cap. 18. p. 433-452. 2006.
- BACCI, D.C.; PATACCA, E.M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v.22, p.211-226, 2008.

BALESTRO, C. O. E.; MONTOVANI, A. M. **Hiperhistórias-ambiente multimídia estimulador das inteligências múltiplas**. 2004. Disponível em: <<http://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2012.

BENAYAS, J. Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno.1992. 243p. Tese (Dotourado)- Universidad Autónoma de Madrid.

BONOTTO, D.M.B., CARVALHO, L.M. Os problemas ambientais e os alunos do ensino médio: uma experiência em sala de aula. **Revista Educação: teoria e prática**. Rio Claro, v.9, n. 16, 2001, 18p. 1CD-Rom.

BORGES, Regina Mara Rabello; SCHWARZ, Vera. O papel dos jogos educativos no processo de qualificação de professores de ciências. ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA, 4. Disponível em:

<<http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho074.pdf>>. Acesso em 16 mar. 2013.

BORTOLOTO, T. M. “**Heredograma sem mistério**: um jogo para o ensino de biologia”. Relatório apresentado ao departamento de educação do Instituto de Biociências de Botucatu como exigência parcial para obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas. Instituto de Biociências. UNESP, Botucatu, 2002.

BOUVY , M. et al. Occurrence of Cylindrospermopsis (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1988 drought. **Aquatic. Microbial Ecology**, Oldendorf, v. 23, p. 13-27, 2000.

BRANDÃO, E.J.R. **Repensando modelos de avaliação de software educacional**. 2004. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/artigo.html>> Acesso em: 15 maio 2012.

BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF. Senado, 1988.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano, na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília, 56p. 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Atuação do setor saúde em saneamento**. Brasília: FNS, 2002.

BRASIL. **Manual de Vigilância e Controle da água para o consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde. 2006a.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Um sonho de energia**: guia de atividades. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente do Brasil - MMA. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Síntese Executiva - português**. Brasília: MMA, 2006b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: < [http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/sqa\\_3.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente do Brasil - MMA. Fortalecendo o Sistema Nacional do Meio Ambiente. **Propostas Conferência Estadual de Meio Ambiente - Paraná**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cnma/arquivospdf/relatorio20parana.pdf>> Acesso: 01 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**. 2. ed. Brasília: MEC, 2000. Disponível em:<[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14\\_24.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf). >. Acesso em: 05 de junho de 2012

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais. **Temas Transversais: meio ambiente**. Brasília: MEC/SEF, 1998. p.167-242.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde integral de adolescentes e jovens: orientações para a Organização de Serviços de Saúde**. 2005. Disponível em:< [http://dtr2001.saude.gov.br/editora/produtos/livros/pdf/06\\_0004\\_M.pdf](http://dtr2001.saude.gov.br/editora/produtos/livros/pdf/06_0004_M.pdf). >. Acesso em: 05 de junho de 2012

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº518, de 25 de março de 2004**. Brasília: MEC, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde**. Brasília: MEC/SEF. v.9, 1997.

BRASIL. Secretária de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. v.3, 1999.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 218 p.

BRYANT, D.A. **The molecular biology of cyanobacteria**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

CABRERA, W.B. **A ludicidade para o ensino médio na disciplina de biologia: contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. 2007. 158 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Londrina, Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=45338](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=45338)>. Acesso em: 12 maio. 2013.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: Rima Editora, 2006.118 p.

CAMPOS, Luciana Maria Lunardi; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem.** 2002. Disponível em: <[www.unesp.br/prograd/PDF/NE2002/a\\_producaodejogos.pdf](http://www.unesp.br/prograd/PDF/NE2002/a_producaodejogos.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2012.

CANDEIAS, João Manuel Grisi; HIROKI, Kátia Aparecida Nunes; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. **A utilização do jogo didático no ensino de microbiologia no ensino fundamental e médio.** Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDF/NE2005/artigos/capitulo%2010/autizacaoadojogo.pdf>> Acesso em: 4 jun. 2013.

CARMICHAEL, W. W. The Toxins of Cyanobacteria. **Scientific American**, v. 270, p. 64-72, 1994.

CARMICHAEL, W.W. et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, p. 663-668, 2001.

CARNEIRO, C.D.R.; LOPES, O.R. Jogos como instrumentos facilitadores do ensino de Geociências: o jogo sobre “Ciclo das Rochas”. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 1, 2007, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL, 3, Campinas, **Anais...**, DGAE/IG/Unicamp, p. 111-117. 1 CD-ROM.

CARNEIRO, G. T.; LEITE, F. Cianobactérias e suas toxinas. **Revista Analytica**, n. 32, p. 36-41, dez./jan. 2008.

CARVALHO, Juan Maro Kersul de; MACEDO, Miramy. **Brincadeiras e ensino de ecologia: subsídios para uma educação ambiental lúdica.** 2009. Disponível em: <<http://www.ie.ufmt.br/semiedu2009/gts/gt3/ComunicacaoOral/JUAN%20AMARO%20KERSUL%20DE%20CARVALHO.pdf>> Acesso em: 20 mar.2013.

CARVALHO, Juan Maro Kersul de; MACEDO, M. Uma atividade lúdica como instrumento da educação ambiental: o pega-pega da cadeia alimentar. In: FOME ZERO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Livro de resumos.** Cuiabá: Rede Mato-Grossense de Educação Ambiental. 2003.

CARVALHO, L.M. A educação ambiental e a formação de professores. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental.** Brasília, 2001. p. 55-64. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2012.

CARVALHO, Juan Maro Kersul de; XAVIER, F. F. A Utilização de atividades Lúdicas para a Sensibilização Ambiental. In: ENCONTRO ESTADUAL DE EDUCADOR@AS AMBIENTAIS, 2, 1999, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Rede Mato-Grossense de Educação Ambiental, 1999.

CERVANTES, A.L.A; et al. Diretrizes para o programa de uso público do Instituto Florestal do Estado de São Paulo-SMA. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo, **Anais...** São Paulo: 1992.

CHAPLA, Patrícia Inês et al. **Elaboração e produção de material didático: o jogo da memória, como facilitador no ensino de ecologia e educação ambiental.** Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/179a.pdf>> Acesso em: 4 jun. 2013.

CHAVES, A.C.L. **Proposta de oficinas: conhecendo o impacto ambiental e o risco para a saúde da contaminação das águas por cianobactérias.** Belo Horizonte: FAPEMIG, 2011.

CHAVES, P. F. et al. Ocorrência de cianobactérias produtoras de toxinas no rio dos sinos (RS) entre os anos de 2005 e 2008. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 319-328, 2009.

CHELLAPPA, N. T.; COSTA, M.A.M. Dominant and co-existing species of cianobactérias from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte state, Brazil. **Acta Oecologica**, n.24, p. 3-10. 2003.

CONTIN, R.C.; FERREIRA, W.A. **Jogos: instrumentos pedagógicos no ensino da matemática.** 2008. Disponível em: <<http://www.portaldaeducacao.seduc.mt.gov.br/cefaprocaceres>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** E & FN SPON, New York, 1999. 416p.

DECCA, Maria Auxiliadora Guzzo De. **Indústria, trabalho e cotidiano: Brasil - 1889 a 1930.** São Paulo: Atual, 1991. 95 p. (História em documentos)

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNANBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2009.

DIAS, Genivaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 1994.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas.** 6. ed. São Paulo: Gaia, 2000.

DIAS, Genebaldo Freire. Os quinze anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento. **Em aberto**, v.10, n.49, p.3-14, 1991.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2005.

DOHME, Vânia. **Atividades lúdicas na educação: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado.** Petrópolis, RJ:Vozes, 2008.

DUY, T.N. et al. Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue greenalgal) toxins in water. **Review of Environmental Contamination and toxicology**, v. 163, p. 113-186, 2000.

ERIKSSON, J.E. et al. Hepatocellular uptake of 3H-dihydromicrocystin-LR, a cyclic

peptide toxin. **Biochimica Biophysica Acta**, v. 1025, p.60-66, 1990.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998a. 602p.

EVANGELISTA, Larissa de Mello; SOARES, Marlon Herbert Flora Barbosa. Atividades lúdicas no desenvolvimento da educação ambiental. In: SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TRANSDISCIPLINARIDADE, 2, 2011, Goiânia, **Anais...** Goiânia: SEAT, 2011. Disponível em: < [http://nupeat.iesa.ufg.br/uploads/52/original\\_45\\_Atividade\\_l\\_dicas.pdf](http://nupeat.iesa.ufg.br/uploads/52/original_45_Atividade_l_dicas.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2013.

FALCONER, I. R. et al. Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Cylindropspermopsis reciborskii* in male swiss albino mice. **Environ. Toxicol.**, v.1, n.14, p.143-150. 1999.

FALCONER, I.R. et al. Toxicity of the blue-green alga (Cyanobacterium) *Microcystis aeruginosa* in drinking water to growing pigs, as an animal model for human injury and risk assessment. **Environmental Toxicology and Water Quality: An International Journal**, v. 9, p. 131-139, 1994.

FALCONER, I.R. Tumor promotion and liver injury caused by oral consumption of cyanobacteria. **Environmental Toxicology and Water Quality: An International Journal**, v. 6, p.177-184, 1991.

FERREIRA, A. H. F. et al. Ocorrência de *Anabaena spiroides* (cianobactéria) no estuário da lagoa dos Patos (RS, Brasil) no verão – outono de 1998. **Atlântica**, Rio Grande, v. 26, n. único, p. 17-26, 2004.

FITZGERALD, D.; CUNLIFFE, D.; BURCH, M. Development of health alerts for cyanobacteria and related toxins in drinking-Water in South Australia. **Environmental Toxicology**, v. 14, p. 203-207, 1999.

FRANCO, Antonio Joaquin; BERNAL, Serafin; OLIVA, José M. El juego educativo como recurso didáctico en la enseñanza de la clasificación periódica de los elementos químicos. In: SEMINÁRIO IBÉRICO / IIBERO-AMERICANO CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS, 5, 2008, Aveiro. **Atas...**, Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008. p. 284-286.

FROSCIO, S.M. et al. Cell-free protein synthesis inhibition assay for the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin. **Environmental Toxicology**, v.16, p. 408-412, 2001.

FURTADO, A. L. F. F. **Isolamento, morfologia, análises moleculares e testes toxicológicos de cianobactérias em lagoa facultativa de sistema de estabilização (Cajati – SP)**. 2007. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

GARCIA, V. M. T.; PROENÇA L. A. Eventos Recentes de FLORAÇÕES nocivas e novos registros de toxinas no Brasil. In: TALLER REGIONAL COI-FANSA DE PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA SOBRE FLORACIONES ALGALES NOCIVAS EM SUDAMÉRIA, 5, 2001, Montevidéo, Uruguay, 2001. **Anais...** Montevidéo: [S. n.],

2001.

GARBIN, E. M., *Cultur@as juvenis, identid@ades e Internet: questões atuais?* In: **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 23, maio/jun./jul./ago., 2003

GIANI, Alessandra; FIGUEREDO, Cleber C.; ETEROVICK, Paula C. Algas planctônicas do reservatório da Pampulha (MG): Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cyanobacteria. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 107-116, ago, 1999.

GOMES, R.R.; FRIEDRICH, M.A. Contribuições dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DO *NORDESTE*, 1, 2001, Rio de Janeiro. EREBIO, **Anais...** Rio de Janeiro: EREBIO, 2001.

GOMES, Lenora Nunes Ludolf. **Estudo da associação entre parâmetros bióticos e abióticos e a ocorrência de florações de cianobactérias no reservatório de Vargem das Flores - MG**. 2008. 184 f. Tese (Doutorado em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Escola de Engenharia.

GRANDO, R.C. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática**. 175f. 1995. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Campinas, Faculdade de Educação.

GUERRA, Rafael Angel Torquemada; GUSMÃO, Christiane Rose de Castro. **A produção de material paradidático para a implementação da educação ambiental em escolas públicas**. 2004. Disponível em: <[http://www.dse.ufpb.br/ea/Masters/Artigo\\_3.pdf](http://www.dse.ufpb.br/ea/Masters/Artigo_3.pdf)> Acesso em: 23 mar. 2013.

GUERRA, Rafael Angel Torquemada, GUSMÃO, Christiane Rose de Castro; SIBRÃO, E. R. **Teatro de Fantoques: uma estratégia em educação ambiental**. 2004. Disponível em: <[http://www.dse.ufpb.br/ea/Masters/Artigo\\_4.pdf](http://www.dse.ufpb.br/ea/Masters/Artigo_4.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2013.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. Coleção Magistério: formação e trabalho pedagógico. 5º ed. São Paulo, ed. Papirus, 2003.

GUIMARÃES, M. **Educadores ambientais em uma perspectiva crítica: reflexões em Xerém**. 2003. 168 p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas.

HAYES, E. R.; GAMES, I. A. Making Computer Games and Design Thinking: A Review of Current Software and Strategies. **Games and Culture**, v. 3, n. 3-4, p. 309-332, 2008.

HESSEL, A. M. D. G. Yuga-yuga: o jogo. In: MIRANDA, Hercília Tavares de; MENEZES, Luís Carlod (Org.) **Almanaque de criação pedagógica: a aventura da explicação: ciência e linguagens**. Petrópolis: Vozes, 2002. p.20-27.

HIMBERG, K., KEIJOLA, A. M., HIISVIRTA, L., PYYSAALO, H. e SIVONEN, K. The

effect of water treatment process on the removal of hepatotoxins from *Microcystis* and *Oscillatoria* cyanobacteria: a laboratory study. **Water Research**, v. 23, n. 8, p. 979-984. 1989

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

JARDIM, F.A. et al. A experiência da COPASA no monitoramento, detecção e adoção de medidas mitigadoras para as cianobactérias tóxicas em relações de tratamento de água – Minas Gerais Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, **Anais...**Porto Alegre. Anais..., Porto Alegre: ABES, 2000. 1 CD-rom.

JARDIM, F.A. et al. Primeira ocorrência de cianobactérias tóxicas em um reservatório da COPASA – Minas Gerais - Brasil. **Revista Bios - Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas - PUC Minas**, Belo Horizonte, v.9, n. 9, p. 83-91. 2003.

KEIJOLA, A. M. et al. Removal of cyanobacterial toxins in water treatment processes: laboratory and pilotscale experiments. **Toxicity Assessment: An International Journal**, v. 3, p. 643-656.1988.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 12. ed. São Paulo:Cortez, 2009. p. 13-43.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Ed. Pioneira, 1994.

KNEIPP, R. E.; MIRANDA, A. C.; ALBUQUERQUE, R. C. de. Jogos na web: instrumento de ensino-aprendizagem de educação ambiental no ensino fundamental **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 38/2, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/experiencias115.htm>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

KOSLOSKY I.T.G. **Metodologia para criação de jogos a serem utilizados na área de educação ambiental**. 132f. 2000. Dissertação (Mestrado)- Univ. Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/4369.pdf>> Acesso em: 28 fev.2013.

LAGOS, N. et al. The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater cyanobacterium *cylindrospermopsis raciborskii*, isolated from Brazil. **Toxicon**, Oxford, v. 37, p. 1359-1373, 1999.

LAYRARGUES, P. P. Educação para a Gestão Ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. In: LOUREIRO, C. F. B. (Org.). **Sociedade e meio ambiente**: a educação ambiental em debate. São Paulo, Cortez Editora, 2000.

LIMA, Deborah; POZZOBON, Jorge. Amazônia socioambiental: sustentabilidade

ecológica e diversidade social. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 5 fev. 2008.

LOPES, O.R. Jogo “**Ciclo das Rochas**”: um recurso lúdico para o ensino de Geociências. 131f. 2007. Dissertação (Mestrado)- Campinas, Ensino e Hist. Ciências da Terra, Inst. Geoc., Univ. Est. Campinas.

LOPES, M.G. 1999. **Jogos na educação**: criar, fazer, jogar. 2 ed., São Paulo, Cortez Ed.

LOUREIRO, C.F.B., **Trajétoria e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

LÚCIA, A.; TEIXEIRA, L. S. C. Educação ambiental e reciclagem de lixo: exercício de cidadania. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2, 2004, Belo Horizonte: UFMG, **Anais...** Disponível em: <<http://www.ufmg.br/congrent/Meio/Meio26.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Sícoli; PASSOS, Norimar Christe. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Sícoli; PASSOS, NorimarChriste. **Aprender com jogos e situações-problema**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MACEDO, Lino. Jogo e projeto: irredutíveis, complementares e indissociáveis. In: MACEDO, Lino; MACHADO, Nilson José; ARANTES, Valéria Amorim (Org.). **Jogo e projeto**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2006. p. 15-48.

MACHADO, J.T. **Um estudo diagnóstico da educação ambiental nas escolas do ensino fundamental do município de Piracicaba/SP**. 2007. 194 p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

MALONE, T. W. Toward a theory of intrinsically motivating instruction. **Cognitive Science**, v. 5, n. 4, p. 333-369, jul. 1981.

MATHIAS, Gisele Nanini. **O uso de jogos pedagógicos no ensino de química**: uma perspectiva do enfoque CTS. São Paulo: SP: [s.n], 2009.

MEDINA, Naná Mininni. Formação de Multiplicadores para Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 1, out./ dez. 1999.

MEDINA, Naná Mininni. A formação dos professores em educação fundamental. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília, 2001. p. 17-24. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. Conteúdo Básico Comum (CBC). **Proposta curricular de biologia**. 2006. Disponível em:

<<http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema>> Acesso em: 5 jun. 2012.

MIRANDA, Antônio Carlos de; ALBUQUERQUE, Rodney, Cezar de. Jogos na Web: Instrumento de ensino-aprendizagem de educação ambiental no ensino fundamental. **Novas Tecnologias na Educação**, v.6, n. 1, jul. 2008. Disponível em: <[seer.ufrgs.br/renote/article/download/14490/8410](http://seer.ufrgs.br/renote/article/download/14490/8410)> Acesso em: 4 jun. 2013.

MIRANDA, S. de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência hoje**, v.28, n. 168. Jan./fev., 2002, p.64-66.

MOLICA, R.J.R. et al. Occurrence of saxitoxins and anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, 4: 743-753. 2005.

MOLICA, R.; AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

MONDARDO, R. I.; SENS, M. L.; MELO FILHO L. C. Pré-tratamento com cloro e ozônio para remoção de cianobactérias. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 337-342, out./dez. 2006.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papirus, 2007.

MORAES, M.C. **Educação a distância: fundamentos e práticas**. Campinas: UNICAMP/NIED, 2002.

MURCIA, J.A.M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Editora Artmed. 2005.

OLIVEIRA, João Batista. Um desastre completo. **Revista Educação**, São Paulo, n. 88, p. 7-9, ago. 2004.

PACHECO, Carlos Henrique Andrade. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado**: Açude Acarape do Meio-Ce. 2009. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: <[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_360.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_360.pdf)> Acesso em: 5 jun. 2013.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PASSERINO, L.M. **Avaliação de jogos educativos computadorizados**. 1998. Disponível em: <<http://www.c5.cl/tise98/html/trabajos/jogosed/>>. Acesso em: 25 Ago. 2012.

PELICIONI, Andréa Focesi. **Educação ambiental na escola: um levantamento de percepções e práticas de estudantes de primeiro grau a respeito de meio ambiente e problemas ambientais**. São Paulo, 1998. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1998

PENTEADO, H.D. **Meio ambiente e formação de professores**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2003. (Questões da Nossa Época, v.38).

PENTEADO, H.D. **Meio Ambiente e formação de professores**. São Paulo: Cortez, 2000.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.1., n. 1, p. 30-36, 2004.

PEREIRA, Thaís Caroline Azêdo et al. Estratégias para ensino de botânica com jogos de tabuleiro. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4, Belém, 2009. **Anais...** Belém: CONNEP, 2009.

PIAGET, J. **A linguagem e o pensamento da criança**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

PORTO, Amélia; RAMOS, Lízia; GOULART, Sheila. **Um olhar comprometido com ensino de ciências**. Belo Horizonte: Fapi, 2009.

PRENSKY, Marc. **Digital game-based learning**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2001.

PRENSKY, Marc. **Don't bother me mom - I'm learning**: How computer and video games are preparing your kids for 21st Century Success - and How you can help. St. Paul: Paragon House, 2006.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002. (Questões da Nossa Época, v. 41).

RIBEIRO, I. C. **Ecologia de corpo e alma e transdisciplinaridade em educação ambiental**. 1998. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade)- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências.

RIVED. **Rede Interativa Virtual de Educação**. Disponível em: <[http://rived.mec.gov.br/site\\_objeto\\_lis.php](http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php)>. Acesso em: 05 fev. 2012.

RODRIGUES L. L. **Biodiversidade de Cianobactérias e algas das represas Billings e Guarapiranga, SP, Brasil**. 2008. 197f. Dissertação (Mestrado em Ciências, na área de Botânica) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. São Paulo, SP, 2008.

ROJO, R. H. R. **Letramentos múltiplos, escola e inclusão social**. São Paulo: Parábola, 2009.

SALOMON, P. S. et al. Toxicidade de um Extrato de *Microcystis aeruginosa* da Lagoa dos Patos sobre camundongos e suas alterações sobre o tecido hepático. **Vitalle**, v. 8, p. 23-32, 1996.

SANMARTÍ, N. **Didáctica en las ciencias em la educacion secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis, 2002.

SANTANA, E.M. A Influência de atividades lúdicas na aprendizagem de conceitos químicos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 2008, Belo Horizonte. **Anais do Seminário Nacional de Educação profissional e tecnologia**. Belo Horizonte: SENEPT, 2008. Disponível em: <[http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anaisterca\\_tema1/TerxaTema1Artigo4.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anaisterca_tema1/TerxaTema1Artigo4.pdf)>. Acesso em: 12 maio. 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Contextualização no ensino de ciências** por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, nov., 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n. 36, set. /dez. 2007, p. 474-492.

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos: RiMa, 2004.

SATO, M. Formação em educação ambiental: da escola à comunidade. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília, 2001. p. 7-16. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SILVA, Danielle Mesquita da Costa; GRILLO, Margareth . A utilização dos jogos educativos como instrumento de educação ambiental: o caso reserva Ecológica de Gurjaú (PE). **Contrapontos (Online)**, v. 8, n.2, p. 229-238, ago., 2008.

SILVA, M. **Sala de aula interativa: a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania**. Campo Grande, p.5-15, set, 2001. Disponível em: < [http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/19\\_04/4727/1/NP8SILVA3.pdf](http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/19_04/4727/1/NP8SILVA3.pdf)>. Acessado em 08 set 2012.

SIVONEN, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxin. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic cyanobacterial in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management**. London: Spoon. 1999. chap. 3, p. 41-111.

SORRENTINO, Marcos. Reflexões sobre o panorama da educação ambiental no ensino formal. In: PRADO, Iara Areias et al. (Org.). **Texto sobre capacitação de professores em educação ambiental**. Brasília: MEC/SEC, 2001, v. 1, p. 35-37.

SOUZA, Daniele Cristina de; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. **Jogos didático-pedagógicos ecológicos: uma proposta para o ensino de ciências, ecologia e educação ambiental**. Disponível em: <[www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p373.doc](http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p373.doc)>  
> Acesso em: 4 jun. 2013.

STEFANI, A.; NEVES, M. G. Lúdico em Ciências: jogos educativos podem transformar o trabalho didático em diversão. **Revista do professor**. Porto Alegre, v. 20, n. 79, p. 21-27, jul./set., 2004.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem. **Novas Tecnologias CINTED-UFRGS na Educação**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1-9, dez., 2006, Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigosrenote/25025.pdf>> Acesso em: 02 maio de 2012.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. Jogos educacionais. **Novas tecnologias em educação**, v.2, n.1, mar. 2004. Disponível em: <<http://www.cinted.ufgrs.br/ciclo3/af/30-jogoseducacionais.pdf>> Acesso em: 16 abr. 2012.

TEIXEIRA, M.G.L.C. et al. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. **Bulletin of PAHO**, Washington, v. 27, p. 244-253, 1993.

THOMAS, V. **O Brasil visto por dentro: desenvolvimento em uma terra de contrastes**. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 2005.

TORRALBO, Daniele; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **A abordagem do tema ambiental água no Ensino Médio: visão de especialistas e de professores de Química**. 8 dez. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=939&class=21>> Acesso em: 5 jun. 2012.

TRABULSI, Luiz Rachid; ALTERTHUM, Flavio. **Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VALENTE, J.A. **A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação comunicação: repensando conceitos**. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, 2002, p.15-37.

VERONEZI, M. V. et al. Avaliação da remoção de saxitoxinas por meio de técnicas de tratamento das águas de abastecimento. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, n.2, pp. 193-204. 2009.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments**. Coastal and fresh waters. Chapter 8, Algae and cyanobacteria in fresh water. Geneva, World Health Organization.2003. v.1.

YUNES, J.S. et al. Effect of nutrient balance and physical factors on blooms of toxic

cyanobacteria in the Patos Lagoon, southern Brazil. **VERH, International Verein**  
Limnology, v. 26, p. 1796-1800, 1998.

## APÊNDICE A - Perguntas e respostas do jogo CianoQuiz

1). Algumas cianobactérias são capazes de produzir substâncias tóxicas denominadas: **Resposta correta: LETRA B**

- A) Toxina botulínica
- B) Cianotoxinas
- C) Toxinas bacterianas
- D) Proteases

**Justificativa:** Cianotoxinas são compostos produzidos pelas cianobactérias que podem afetar primeiramente os organismos aquáticos. Quando produzidas em grande quantidade podem provocar efeitos tóxicos também em mamíferos terrestres.

2) Algumas cianotoxinas afetam os hepatócitos, sendo portanto denominadas de hepatoxinas. Das espécies abaixo qual é produtora da hepatoxina? **Resposta correta: LETRA C**

- A) *Clostridium tetani*
- B) *Escherichia coli*
- C) Anabaena
- D) *Vibrio cholerae*

**Justificativa:** Todas pertencem ao Reino Monera. Apenas a Anabaena é uma espécie de cianobactéria. Esta espécie caracteriza-se pela produção da hepatoxinas que podem provocar diversos problemas de saúde.

3) Alguns seres vivos são capazes de produzir toxinas denominadas cianotoxinas. Dos seres vivos abaixo qual é o produtor da cianotoxinas? **Resposta correta: LETRA C**

- A) Bactérias
- B) Algas plactônicas
- C) Cianobactérias
- D) Fungos

**Justificativa:** As cianobactérias são organismos procariontes, autótrofos, que podem produzir toxinas denominadas cianotoxinas.

4) As toxinas produzidas pelas cianobactérias podem afetar o funcionamento de diversos órgãos de outros seres vivos. Quando essas toxina agem no sistema nervoso elas são denominadas: **Resposta correta: LETRA D**

- A) Hepatoxinas
- B) Dermatoxinas
- C) Microcistinas
- D) Neurotoxinas

**Justificativa:** As cianotoxinas que atuam sobre o sistema nervoso, são denominadas de neurotoxinas.

5) As hepatoxinas afetam qual o órgão dos seres vivos? **Resposta correta: LETRA A**

- A) Fígado
- B) Cérebro
- C) Estômago
- D) Pele

**Justificativa:** O Fígado é um órgão que pertence ao sistema digestório que é afetado por essas cianotoxinas podendo levar a morte do animal em poucas horas.

6) A anatoxina-a é uma neurotoxina. Ao ingerir água contaminada com anatoxina bois e cavalos podem apresentar: **Resposta correta: LETRA D**

- A) Hemorragias, diarréias e cólicas;
- B) Irritação da pele e das mucosas;
- C) Intensa salivação;

D) Desequilíbrio, fraqueza muscular convulsões e parada respiratória;

**Justificativa:** A Anatoxina-a é um alcalóide neurotóxico que age como um potente bloqueador das sinapses neuromusculares.

7) Uma criança foi intoxicada por um tipo de cianotoxina e apresentou os seguintes sintomas: tontura, adormecimento da boca e de extremidades, fraqueza muscular, náusea, vômito, sede e taquicardia. Estes sintomas são causados por qual cianotoxina? **Resposta correta: LETRA D**

A) Hepatoxina

B) Microcistinas

C) Dermatotóxicos

D) Neurotoxina

**Justificativa:** As neurotoxinas agem no sistema nervoso, provocando os sintomas relatados.

8) Ao retirar um peixe de uma água com floração de cianobactérias que produzem dermatotoxinas um pescador poderá apresentar os seguintes sintomas: **Resposta correta: LETRA C**

A) Convulsões e parada respiratória;

B) Hemorragia e diarreia;

C) Vermelhidão e lesões nos braços e irritação nos olhos;

D) Fraqueza muscular e desequilíbrio.

**Justificativa:** As dermatotoxinas possuem mecanismo de ação sobre a pele.

9) Dos fenômenos ambientais abaixo qual está diretamente relacionado com a floração das águas por cianobactérias? **Resposta correta: LETRA A**

A) Eutrofização

B) Aquecimento global

C) Inversão térmica

D) Poluição do ar

**Justificativa:** A eutrofização, que é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente do nitrogênio e do fósforo nos ecossistemas aquáticos, pode provocar a floração de cianobactérias.

10) As águas contaminadas por 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? **Resposta correta:**

**LETRA D**

- A) Fervura da água
- B) Filtração da água com filtro convencional;
- C) Cloração da água;
- D) Os tratamentos citados acima não tornam a água própria para o consumo.

**Justificativa:** As águas infectadas pela floração de cianobactérias não está própria para o consumo, mesmo que passem pelos tratamentos convencionas como filtração, fervura e cloração. Infelizmente, esses tratamentos não são capazes de eliminar as cianotoxinas.

11) Atualmente diversos ecossistemas estão infectados por cianobactérias. Em Minas Gerais em qual do ecossistema abaixo existe floração por cianobactérias?

**Resposta correta: LETRA D**

- A) Rio Negro
- B) Rio Solimões
- C) Rio Amazonas
- D) Lagoa da Pampulha

**Justificativa:** A lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte, já foi infectada por cianobactérias pertencente ao grupo *Microcystis*. Essas cianobactérias têm capacidade de se desenvolverem maciçamente e são produtoras de cianotoxinas.

12) O tratamento de água feito pelas Estações de Tratamento da COPASA são capazes de retirar completamente as toxinas produzidas pelas cianobactérias?

**Resposta correta: LETRA A**

- A) Não
- B) Sim
- C) Até certo ponto
- D) Nenhuma das respostas anteriores.

**Justificativa:** As cianotoxinas são solúveis na água e os tratamentos da água habituais não são eficazes na sua remoção.

13) Em Pernambuco, em 1996, ocorreu um evento bastante divulgado na mídia que provocou a morte de muitos pacientes renais crônicos que foram submetidos a hemodiálise. Esse evento ocorreu pela contaminação da água da hemodiálise com:

**Resposta correta: LETRA C**

- A) Mercúrio liberado pelas cianobactérias;
- B) Toxina botulínica
- C) Cianotoxinas;
- D) Contaminação da água com cianotoxinas

**Justificativa:** O caso mais conhecido de contaminação por cianobactérias no Brasil ocorreu em Caruaru (PE) por contaminação da água de hemodiálise com hepatoxinas.

14) Algumas atividades humanas contribuem para a eutrofização e conseqüentemente aumento da floração por cianobactérias. Das atividades abaixo qual deve ser evitada para diminuir a eutrofização e conseqüentemente a floração?

**Resposta correta: LETRA A**

- 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

**Justificativa:** O escoamento de esgoto doméstico, industrial ou ainda qualquer tipo de lixo jogados nos ambientes aquáticos são fatores que contribuem para a o processo de eutrofização das águas.

15) Algumas cianobactérias podem trazer benéficos a saúde animal por: **Resposta correta: LETRA D**

- A) Produzirem toxinas
- B) Produzirem gás carbônico
- C) Produzirem amônia
- D) Produzirem nutrientes

**Justificativa:** Existem estudos sobre o uso de cianobactérias como produtoras de nutrientes e substâncias bioativas para a elaboração de alimentos e suplementos alimentares.

16) As cianobactérias realizam alguns processos metabólicos para sobreviverem em ambientes aquáticos. Qual dos processos abaixo pode ser realizado pelas cianobactérias? **Resposta correta: LETRA B**

- A) Fermentação
- B) Fotossíntese
- C) Quimiossíntese
- D) Respiração anaeróbia

**Justificativa:** As cianobactérias são consideradas seres autótrofos por serem capazes de realizar a fotossíntese.

17) Assinale a alternativa que apresenta outros nomes dados as cianobactérias? **Resposta correta: LETRA D**

- A) Clostridium, Escherechia e Microbacterium
- B) Clostridium, Cianofíceas e Microbacterium
- C) Cianofíceas, Clostridium e Escherechia
- D) Cianofíceas, algas azuis, Mixofíceas

**Justificativa:** As cianobactérias recebem estes outros nomes devido ao pigmento azulado que possuem. Além destes nomes também podem se chamadas de cianoprocariontes, já que são organismos procariontes, podendo ser englobadas dentro do Reino Monera.

18) Algumas atitudes do nosso dia-a-dia podem contribuir para diminuir a contaminação das águas por cianobactérias, Das atitudes abaixo qual seria a mais viável para a prevenção da floração das cianobactérias nas águas? Resposta correta letra C

- A) Evitar caminhadas na beira das águas;
- B) Evitar contato direto com a água;
- C) Evitar lançar esgotos domésticos e industriais nas águas;
- D) Evitar atividades de lazer próximo às águas.

**Justificativa:** Uma das ações antrópicas (feitas pelo homem) que podem funcionar como medida de prevenção do processo de eutrofização é evitar lançar esgotos no meio aquático.

19) Atualmente o ser humano vem provocando muitas mudanças no meio ambiente, podemos destacar o aumento dos esgotos lançados em corpos d'água. Porque isso aumenta a eutrofização e a floração por cianobactérias? Resposta correta: LETRA C

- A) Diminui a quantidade de dióxido de carbono da água;
- B) Diminui a quantidade de amônia na água;
- C) Aumenta a quantidade de nitrogênio e fósforo na água;
- D) Aumenta a quantidade de oxigênio da água

**Justificativa:** O lançamento de esgotos em corpos d'água favorece o aumento de nutrientes na água, principalmente de nitrogênio e fósforo o que favorece a floração das cianobactérias.

20) Quais dos sinais abaixo podem ajudar a identificar uma água com floração de cianobactérias? Resposta correta: LETRA B

- A) Cor marrom e bolhas de gás
- B) Cor azul-esverdeada, produção de espuma e morte de peixes;
- C) Cor azul-esverdeada e ausência de odor;

D) Cor vermelha, presença de odores e de espuma;

**Justificativa:** A floração das águas doces com cianobactérias irá provocar mudanças na coloração e no cheiro da água: ela fica azul-esverdeada e com odor característico. Além disso, a produção das cianotoxinas pode levar a morte de animais, incluindo os peixes.

21) Se uma água estiver contaminada com cianobactérias ela pode ser usada, sem prejuízos a saúde humana, para a seguinte atividade: **Resposta correta: LETRA D.**

A) Natação;

B) Pesca;

C) Para beber;

D) Nenhuma das atividades acima;

**Justificativa:** A água contaminada com cianobactérias, devido a produção de cianotoxinas, fica imprópria para o consumo e também para as atividades recreativas como natação, pescaria, esportes aquáticos, etc. O simples contato dessa água com a pele pode ser tóxico.

22) Em outubro de 2007 aconteceu no rio São Francisco, em proporções inéditas um desastre ecológico que levou a proliferação excessiva de cianobactérias. Segundo pesquisas feitas na época constataram que a floração foi decorrente de quais fatores: **Resposta correta: letra A**

A) Poluição e diminuição da vazão do rio

B) Poluição do ar e diminuição da vazão do rio

C) Poluição sonora e poluição do rio

D) Desmatamento e poluição do ar

**Justificativa:** Uma contaminação com algas azuis (cianobactérias) que se proliferaram no Rio das Velhas e no Médio São Francisco, levando a uma enorme mortandade de peixes e à inadequação da água para consumo humano e animal.

23) A lagoa da Pampulha um dos cartões postais da cidade de Belo Horizonte, sofre com o processo de eutrofização e com a floração de cianobactérias devido a intensa poluição que assola este ecossistema aquático . As cianotoxinas liberadas deixam certas características perceptíveis que podem ser observados pelos nossos sentidos quando passamos pela a lagoa. Que característica é essa: **Resposta correta: letra B**

- A) O sabor
- B) O odor
- C) A densidade
- D) A vazão da água

**Justificativa:** Certas espécies de cianobactérias são reconhecidas por produzirem substâncias que provocam gosto e odor desagradável à água, mas existem algumas espécies que deixam odores da terra como o mofo.

24) A poluição aquática há anos assola nossos ecossistemas principalmente no estado de Minas Gerais, são vários os exemplos no estado como lagoa da Pampulha, rio das velhas e o rio da integração nacional o São Francisco, estes são só alguns que já sofrem com intensa degradação e com a floração de cianobactérias. São várias as ações antrópicas que afetam os ecossistemas, qual seria a maior causa que está relacionada com o problema da floração de cianobactérias: **Resposta correta: letra C**

- A) A poluição do ar
- B) A poluição sonora
- C) O uso de fertilizantes e o lançamento de dejetos domésticos e industriais nas águas
- D) O desmatamento

**Justificativa:** O aumento da industrialização, crescimento populacional, os fatores socioculturais, o uso de fertilizantes químicos na agricultura e dejetos de esgotos domésticos tem sido a maior causa de poluição em ecossistemas aquáticos.

25) O rio São Francisco em 2007, sofreu com problema da floração de cianobactérias este problema foi agravado devido a poluição e diminuição da vazão do rio, na cidade de São Francisco observou-se um odor desagradável e uma cor esverdeada e estas características foram vistas com maior intensidade nas proximidades do rio. Que medidas foram propostas imediatamente pelos órgãos ambientais responsáveis: **Resposta correta: letra B**

- A) Evitar lançar gases poluidores próximo ao rio
- B) Evitar contato direto com o rio e o consumo da água
- C) Evitar caminhadas próximo ao rio
- D) Evitar jogar lixo próximo ao rio

**Justificativa:** As águas infectadas por cianobactérias se tornam imprópria para o consumo humano e banhos, portanto, durante o processo de floração deve-se evitar estas atividades.

## APÊNDICE B



### Tutorial do Jogo CianoQuiz

O CianoQuiz é um jogo multimídia de perguntas e respostas sobre cianobactérias. Este documento contém informações que auxiliarão os usuários (professores e alunos) a instalar e operar o sistema.

<b>Autora:</b>	Poliana Rodrigues Nunes
<b>Orientadora:</b>	Andréa Carla Leite Chaves
<b>Programador/Designer:</b>	Marcelo Ribeiro da Silva

### ÍNDICE

	Pág.
Introdução	2
1. O que é o CianoQuiz	3
2. Como instalar o CianoQuiz	4
3. Como abrir o CianoQuiz	4
4. Configurando o número de jogadores, a quantidade e a valorização das questões.	5
5. Inserindo o nome dos jogadores	5
6. Passando a pergunta ao jogador	6
7. Respondendo a questão	7
8. Correção comentada da questão respondida	8
9. Resultado final e análise de desempenho	6

## INTRODUÇÃO

As cianobactérias são microrganismos procariontes, fotossintetizantes e produtores primários - como as algas - sua morfologia é variada podendo ser unicelulares, filamentosas ou coloniais (AZEVEDO; SANTANA, 2003). Sua dominância em diversos ecossistemas aquáticos é explicada por características particulares das espécies, como: capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e assimilação de outras formas nitrogenadas (amônio e nitrato, por exemplo); mixotrofia (apresentar características autótrofas e heterótrofas) em condições de baixa luminosidade; presença de pigmentos acessórios e de toxinas associadas à possibilidade de regulação do seu posicionamento na coluna de água (PACHECO, 2009).

Fatores ambientais como excesso de nutrientes em um corpo aquático (eutrofização), associados à estratificação na coluna de água, temperatura elevada da água (25 a 30°C), ventos fracos, pH de neutro a básico e ausência de predadores favorecem o crescimento exuberante das cianobactérias - a floração (PAERL, 2008).

As cianobactérias produzem substâncias denominadas cianotoxinas, estas são constituídas de metabólitos secundários e caracterizam-se por sua ação rápida, podendo causar a morte de animais após poucos minutos de exposição (CHORUS; BARTRAM, 1999). Existem duas classes principais de cianotoxinas: as neurotoxinas e as hepatoxinas (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

As cianotoxinas podem produzir cor, gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. Essas toxinas não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais, nem pela fervura. Originalmente estas toxinas são uma defesa contra devoradores de algas, entretanto, com a proliferação das cianobactérias nos mananciais de água potável das cidades a produção destas toxinas tornou-se uma grande preocupação (CARMICHAEL, et al., 2001; FUNASA, 2003).

Assim, a floração por cianobactérias torna a água imprópria para ser utilizada. Por este e outros motivos é relevante a conscientização de todos sobre a importância deste microrganismo no contexto da proteção das águas e da promoção da saúde. Pois, sem efetivas mudanças comportamentais da sociedade e sem a aplicação concreta da legislação e diretrizes de proteção ambiental, dentro de

poucas décadas estaremos sujeitos a um verdadeiro colapso da disponibilidade de água, o que poderá colocar em perigo a sobrevivência da humanidade (BRASIL, 2002).

### **1. Que é o CianoQuiz?**

O CianoQuiz é um jogo multimídia de perguntas e respostas. Este jogo se propõe a contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de questões ligadas às cianobactérias de forma interativa. Com o CianoQuiz o aluno se diverte e apreende ao mesmo tempo, jogando sozinho ou em modo de competição com algum colega. Ao final do jogo o programa diz quem foi o vencedor e apresenta estatísticas de desempenho dos jogadores.

### **2. Como instalar o CianoQuiz?**

Inicialmente você deverá instalar no seu computador o programa “Adobe air “– programa livre. Para instalar o programa basta acessar o link: <http://get.adobe.com/br/air/thankyou/?installer=Adobe AIR 3.3 for Win32> e seguir as instruções.

Posteriormente você poderá acessar o jogo através do link: <https://docs.google.com/open?id=0B2SGP8IZDRKPRVpLVjltOEEdFa1k> ,ou, utilizar o arquivo disponível no CD.

Um ícone referente ao jogo deve aparecer na área de trabalho do computador. Basta abrir e começar a jogar.

### **3. Como abrir o CianoQuiz?**

Clique no ícone chamado ‘*CianoQuiz*’ que foi criado na área de trabalho do computador durante a instalação do produto. Após clicar deve aparecer a tela inicial do jogo conforme apresentado na figura 01. Clique no botão para iniciar o jogo.

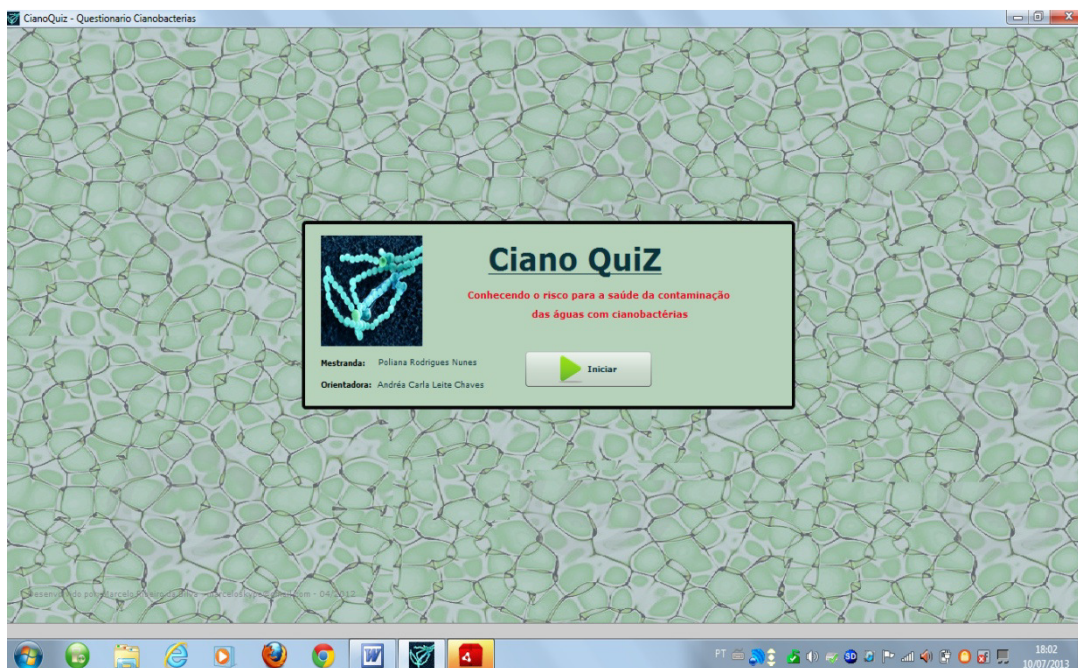


Figura 01 – Tela inicial do jogo CianoQuiz

#### 4. Configurando o número de jogadores, a quantidade de questões e a valorização das questões.

Será apresentada a tela de configurações do jogo conforme a figura 02.

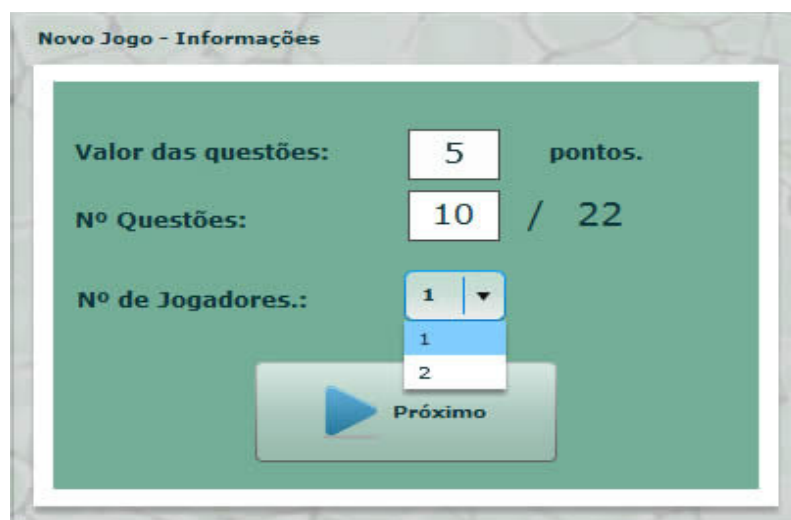


Figura 02 – Informações do Jogo

Nesta tela pode-se inserir o valor de cada questão, o número de questões que serão sorteadas no decorrer do jogo ( 1 a 25) e o número de jogadores que irão jogar (1 ou 2).

Após configurar as opções desejadas clique no botão para ir para a próxima etapa.

## 5. Inserindo o nome dos jogadores

A figura 3 mostra a tela de inserção do nome do primeiro jogador.



Figura 03 – Inserção do nome do primeiro jogador

Caso você tenha estipulado que o número de jogadores será igual a dois será apresentada outra tela (figura 04) para inserção do nome do segundo jogador. Em seguida, clique no botão para começar a jogar.



Figura 04 – Inserção do nome do segundo jogador

## 6. Passando a pergunta ao jogador

A próxima tela (figura 05) apresenta o nome de qual jogador deverá responder a pergunta.

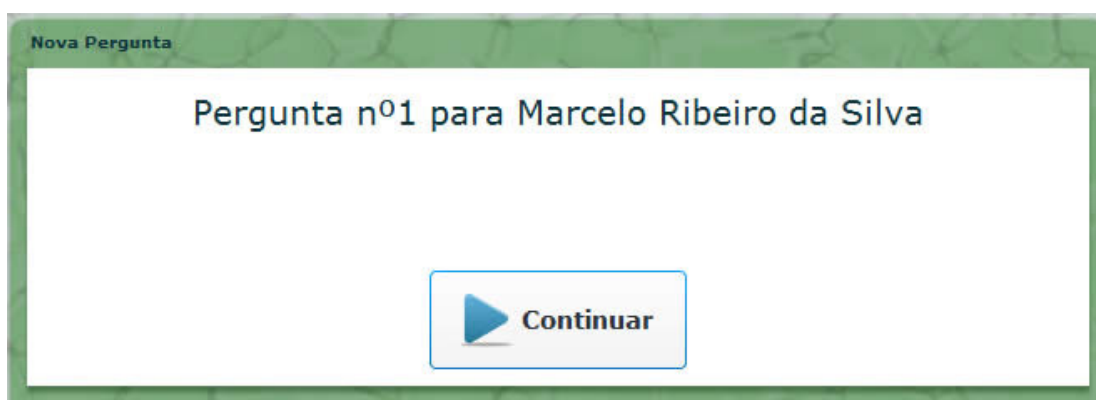


Figura 05 – Tela que indica qual jogador irá responder a pergunta

Clique no botão para continuar.

## 7. Respondendo a questão

Será apresentada a tela com o enunciado da questão e suas alternativas conforme exemplo na figura 06.

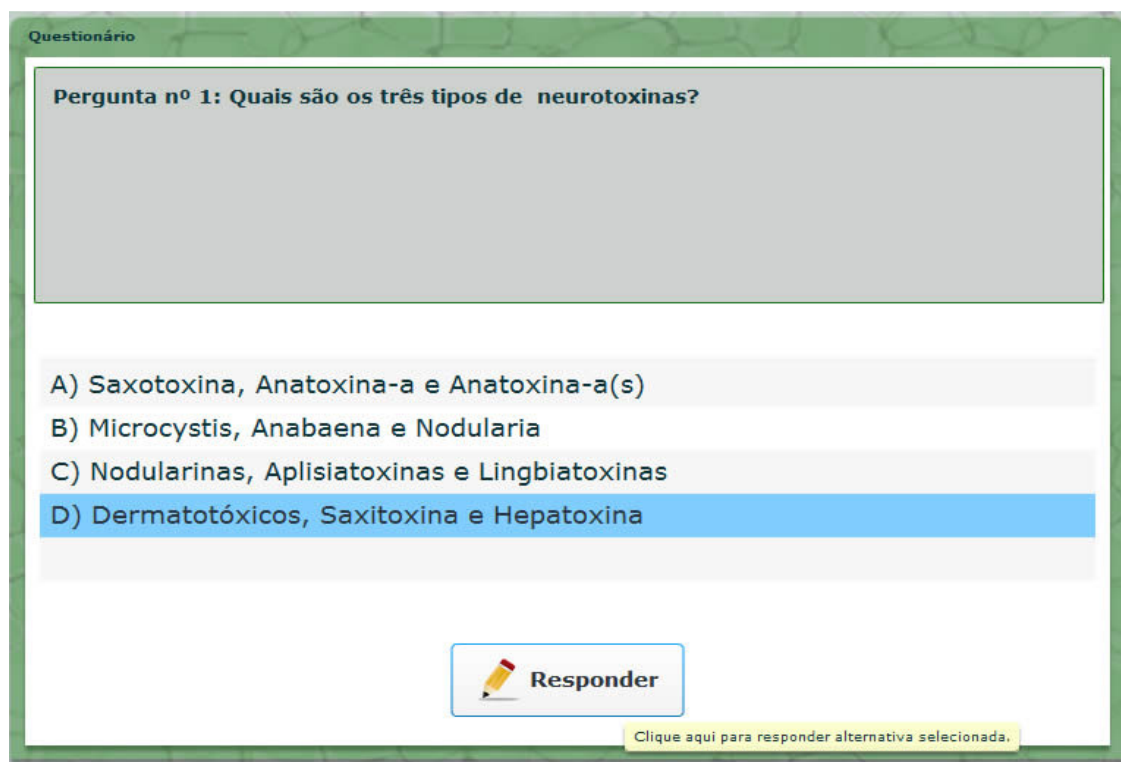


Figura 06 – Tela da pergunta e suas alternativas de resposta

Nesta tela é necessário que se leia o enunciado da questão e, em seguida, clique na alternativa considerada correta. Posteriormente, o jogador deve clicar no botão para responder a questão.

## 8. Correção comentada da questão respondida

As figuras 07 e 08 apresentam exemplos de telas que irão aparecer para respostas incorretas (figura 07) ou corretas (figura 08). A correção virá sempre acompanhada de um comentário sobre o conteúdo abordado na questão para permitir que o jogador aprenda com seus erros e acertos.

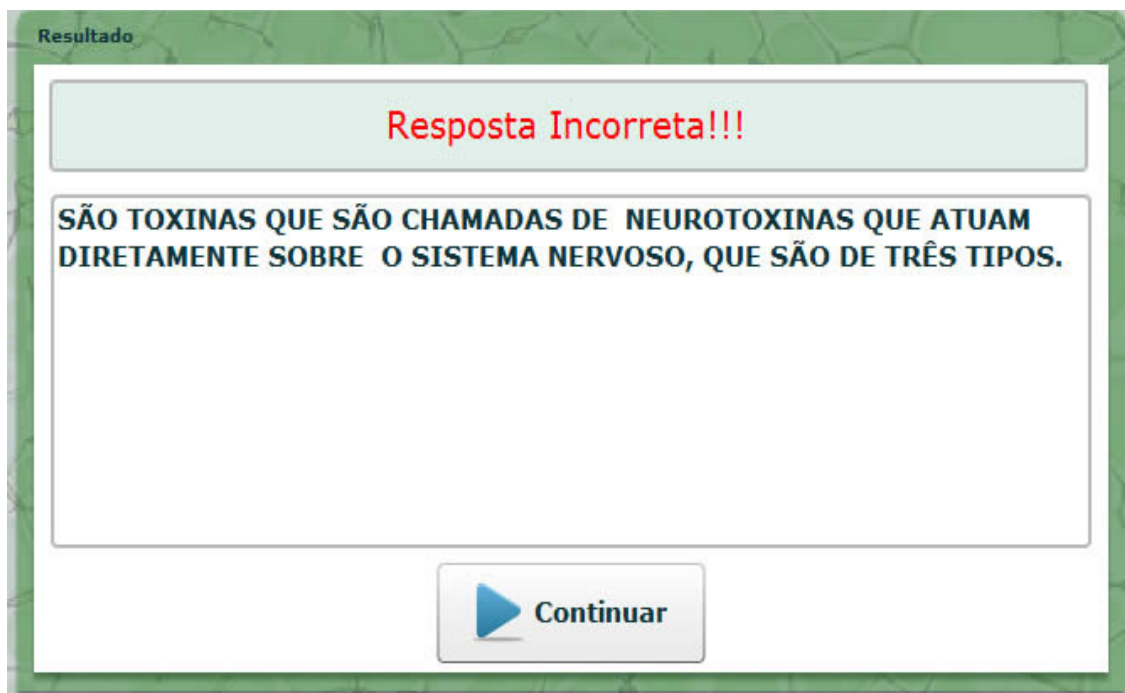


Figura 07 – Indicação de questão incorreta e comentário.

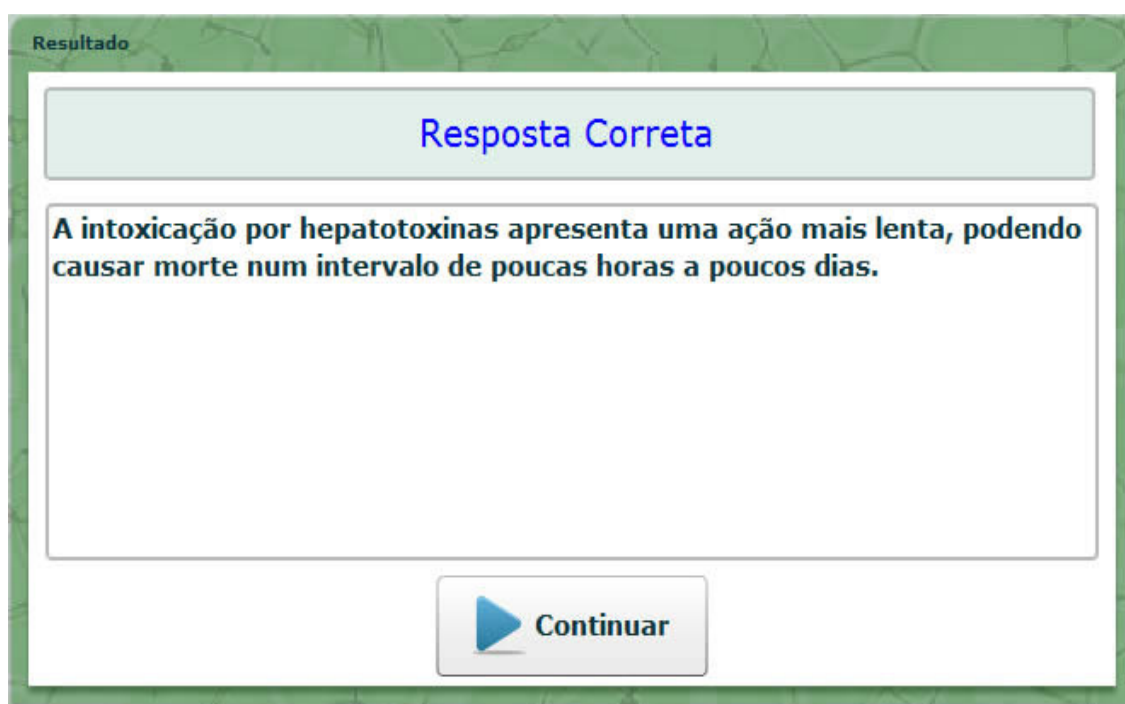


Figura 08 – Indicação de questão correta e comentário

Se o jogo estiver sendo jogado por duas pessoas, a próxima tela apresenta o nome do outro jogador que vai responder a próxima pergunta (figura 09).

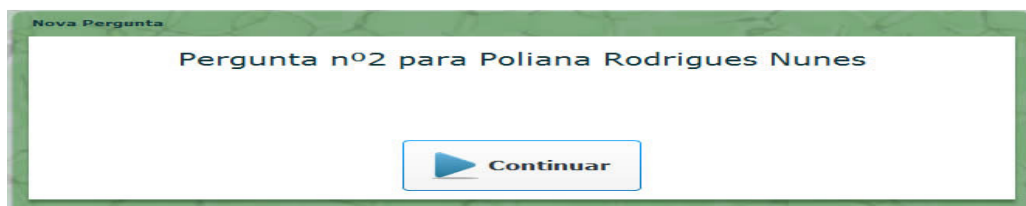


Figura 09 – Tela indicando o nome do jogador que irá responder a próxima pergunta.

Assim, os jogadores vão respondendo alternadamente as perguntas que surgem. O sistema embaralha as questões com base em um banco de questões;

## 9. Resultado final e análise de desempenho

Ao final, ou seja, quando esgotarem o número de questões configuradas no início do jogo será apresentada uma tela de resultado figura 10 contendo o nome do vencedor, os pontos obtidos por cada jogador e o seu número de acertos e erros.

Ao lado do nome do jogador também é apresentado uma mensagem referente ao seu desempenho.

O desempenho é baseado nos intervalos de valores:

0% - 30%  Desempenho insuficiente - Você precisa melhorar bastante

31% - 50%  Desempenho abaixo da média Você precisa melhorar

51% - 80%  Desempenho bom-Você pode ser melhor.

81% - 95%  Desempenho acima da média-Muito bom, mas você pode ser ainda melhor

96% - 100%  Desempenho ótimo-Parabéns!



Figura 10 – Tela de resultado e estatísticas do jogo

Nesse ponto os jogadores podem fechar o jogo ou jogar novamente.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. *Sphaerocavum*, a new genus of planktic cyanobacteria from continental water bodies in Brazil. **ALgol. Studies**, v.109, p.79-92, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura e qualidade das águas**: contaminação pelo nitrato. EMBRAPA. Planaltina. Distrito Federal, 2002.

CARMICHAEL, W. W.; AZEVEDO, S. M. F. O.; AN, J.; MOLICA, R. J. R.; JOCHIMSEN, E. M.; LAU, S.; RINEHART, K.I.; SHAW, G.R.; EAGLESHAM, G.K. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 7, p. 663-668, 2001.

CHORUS, I.E.; BARTRAM, J. (Eds.). **Toxic cyanobacteria in water**: a guide to their public health consequences, monitoring and management. Londres: E&FN Spon, 1999. 416p.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano, na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília, 2003, 56p.

MEDEIROS, S.Z. **Método para educadores na arte de ensinar aprender a sexualidade de adolescente**: uma proposta participativa. 2000. 115f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de

Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

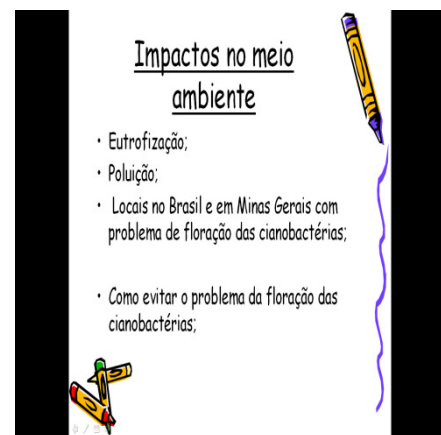
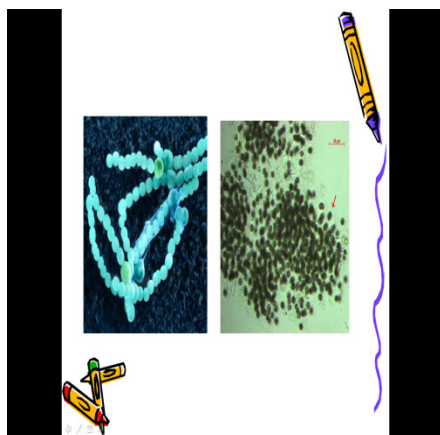
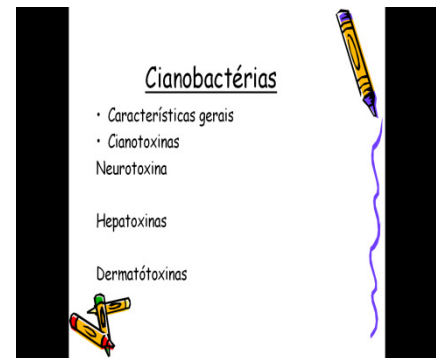
MOLICA, R.; AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, p.229-246, 2009.

PACHECO, C.H.A. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado**: açude acarape do meio-ce. 2009. 109p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

PAERL, H.W. Nutrient and other environmental controls of harmful cyanobacterial *florações* along the freshwater-marine continuum. p. 217-237. In: HUDNELL, H.K. (Ed.). Cyanobacterial harmful algal *florações*: state of science and research needs. **Advances in experimental Medicine and Biology**, n. 619, 2008, p.217-237.

PATRÍCIO, Z.M. **A dimensão felicidade-prazer no processo de viver saudável individual e coletivo**: uma questão bioética numa abordagem holístico-ecológica. 1995. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências da Saúde.

## APÊNDICE C- Palestra sobre cianobactérias



## Brasil



## Impactos na Saúde Humana

- Cianotoxinas;
- Órgãos que afetam;
- Principais sintomas;
- Casos de intoxicação no Brasil;
- Mortes;



Obrigada pela Atenção!



## APÊNDICE D - Avaliação do JOGO CIANO QUIZ pelos alunos

### AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA

Qual foi o seu grau de satisfação ao participar do jogo?

( . ) Alto ( ) Médio ( ) Baixo

PERGUNTAS	Não	Sim
É objetivo, com informações diretas?		
É fácil de compreender?		
Apresenta assunto interessante?		
Facilita a compreensão da temática abordada?		
A linguagem é adequada?		
Faz relação com o seu cotidiano?		
Apresenta combinação adequada do uso de textos e imagens?		
É motivador e desperta interesse?		
Possui exemplos para sanar dúvidas com relação aos temas abordados?		
Ajuda na aprendizagem de conteúdos de biologia/saúde?		
Apresenta material desnecessário que poderia ser retirado?		
Faz pensar sobre ações do dia-a-dia?		
Trata de um assunto sobre o qual você tinha dúvidas?		
Colabora para que haja mudanças de atitudes na sua vida?		

**O QUE VOCÊ MAIS GOSTOU NO JOGO:**

---



---



---

**O QUE VOCÊ NÃO GOSTOU NO JOGO:**

---



---



---

**APÊNDICE E - Avaliação do JOGO CIANO QUIZ pelos alunos****AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

1. José é pescador e entra em contato todos os dias com as águas do rio São Francisco. Em 2007 o rio estava com floração de cianobactérias. Por falta de informação, José entrou em contato com as águas todos os dias apesar do odor desagradável. Com o passar dos dias José observou que em seu corpo apareceram alguns manchas avermelhadas, com isso ele procurou o posto médico e verificou que as manchas na pele eram causadas por cianobactérias. Que tipo de cianotoxina foi liberada pelas cianobactérias do rio São Francisco? Cite dois outros sintomas que essas cianotoxinas podem provocar.

Tipo de cianotoxina: \_\_\_\_\_

Sintomas:

1- \_\_\_\_\_

2- \_\_\_\_\_

2. Fred viajou para conhecer Belo Horizonte e durante a viagem visitou um dos cartões postais da capital, a lagoa da Pampulha. Ele ficou encantado com a beleza em alguns pontos mas em outros ele ficou bastante desapontado, pois, ele verificou que a lagoa estava com uma cor esverdeada e dela exalava um odor bastante desagradável. Explique que processo foi observado por Fred na lagoa e suas respectivas causas?

Processo: \_\_\_\_\_

Causas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. As ações antrópicas (causadas pelo homem) são umas das principais causas da degradação intensa do meio ambiente e podem ter como consequência a contaminação das águas com as cianobactérias. Cite três atitudes que podemos tomar para evitar a floração das águas por cianobactérias.

1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_

4. João foi intoxicado por um tipo de cianotoxina e apresentou os seguintes sintomas: tontura, adormecimento da boca e de extremidades, fraqueza muscular, náusea, vômito, sede e taquicardia. Estes sintomas são causados por qual tipo de cianotoxinas?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Tiago é um menino bastante extrovertido e atento ele ouviu no rádio que as águas do Rio São Francisco, que banha a sua cidade, estavam infectadas por cianobactérias, e, que as pessoas deveriam evitar contato direto com às águas do rio. Cite três atividades que devem ser evitadas durante este período em que o rio está contaminado.

1 \_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F- Avaliação do JOGO CIANO QUIZ e do tutorial pelos professores

1) Qual a sua formação?

Ciências biológicas  Mestrado  Mestrando (a)

2) Qual a disciplina que leciona?

Biologia  Ciências  Química  Outras

3) A quanto tempo você exerce a docência?

3 anos

4 anos

5 anos

12 anos

15 anos

21 anos

26 anos

### AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA DO JOGO E DO TUTORIAL

PERGUNTAS	Não	Sim
Apresentam facilidade de uso		
Fornecem ajuda para uso		
As instruções de uso do material são claras		
Apresentam facilidade de manipulação		
Os textos e imagens estão apresentados de forma clara		
Possuem linguagem adequada		
Apresentam o conteúdo de forma clara e objetiva		
Facilitam a compreensão do conteúdo abordado		
Apresentam conteúdo contextualizado e coerente com o nível de ensino propostos		
Apresentam informações atualizadas sobre o conteúdo		
Apresentam material desnecessário que poderia ser retirado		
Apresentam facilidade de uso		
Fornecem ajuda para uso		
As instruções de uso do material são claras		