

CIANO QUIZ: UM JOGO DIGITAL SOBRE CIANOBACTÉRIAS COMO INSTRUMENTO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO

CIANO QUIZ: A DIGITAL GAME ABOUT CYANOBACTERIA AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN HIGH SCHOOL

Poliana Rodrigues Nunes^{1,2} [polybiologa@yahoo.com.br].

Andréa Carla Leite Chaves² [andreacarlachaves@gmail.com.br].

¹ *Faculdades Promove Sete Lagoas. Coordenação de Gestão Ambiental. Av. Prefeito Alberto Moura, 15, Campus II. Nova Cidade. 35702-383. Sete Lagoas. Minas Gerais. Brasil.*

² *Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais- PUC - Minas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Av. Dom José Gaspar, 500 . Prédio 20. Sala 209. Coração Eucarístico. 30535-901. Belo Horizonte. Minas Gerais. Brasil.*

RESUMO

O presente artigo descreve o processo de elaboração, aplicação e avaliação de um jogo pedagógico digital – *Ciano Quiz* – destinado aos alunos do Ensino Médio. Seu objetivo é contribuir para uma abordagem lúdica e contextualizada dos impactos no meio ambiente e na saúde humana da contaminação das águas com cianobactérias. Para a elaboração deste recurso didático, levou-se em consideração a relevância da contextualização e da transversalidade na educação ambiental, sob os ditames dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e o uso de jogos e de recursos multimidiáticos interativos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Além do jogo, foi elaborado um tutorial para os professores, visando a facilitar o uso do jogo de forma construtiva e produtiva no contexto escolar. Em seguida à aplicação do jogo para alunos do Ensino Médio, foram avaliados aspectos pedagógicos do jogo e a aprendizagem sobre a temática trabalhada. A avaliação pedagógica revelou que os alunos consideraram que o *Ciano Quiz* representa uma possibilidade de participação em uma atividade que foge da metodologia tradicional; é motivador, e traz um assunto interessante que tem relação com seu cotidiano; 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 jogo favoreceu a assimilação de conhecimentos específicos sobre a temática abordada. Espera-se que os recursos didáticos apresentados neste trabalho sejam úteis para aumentar o interesse dos professores para o uso de recursos digitais com temáticas relacionadas ao meio ambiente, especialmente aquelas que envolvam o problema da floração de cianobactérias e sua importância para a preservação de recursos hídricos. Finalmente, espera-se que a utilização do jogo *Ciano Quiz* contribua para o aprimoramento dos conhecimentos e para o desenvolvimento de habilidades e competências nas áreas da educação ambiental e da saúde, aspectos importantes para a construção da cidadania.

PALAVRAS-CHAVE: Jogo; Recurso didático digital; Cianobactérias; Educação ambiental; Ensino Médio.

ABSTRACT

This article describes the processes of elaboration, application and evaluation of a computing game – "Ciano Quiz" – meant for high school students. Its objective is to contribute a ludic and contextualized approach for the topic: impacts over the environment and human health of water cyanobacteria contamination. For the elaboration of this pedagogical digital resource, researcher took into account the relevant role contextualization and transversality play in the teaching of the topic on environment under the principles of the NCP –National Curricular Parameters (PCN-Parâmetros Curriculares Nacionais), and the use of games and interactive multimedia resources as facilitators in the teaching-learning process. A tutorial was also elaborated aiming at facilitating teachers constructive and productive use of games in the classroom. After its application, researcher evaluated the pedagogical aspects of the game and measured students learning of the topic intended to be apprehended. Such evaluation highlighted both the possibility of participating in an activity different from the ones offered by traditional tasks 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 contributes changes in students attitudes. Learning evaluation revealed that the game favored the students assimilation of specific knowledge on the topic approached. It is expected that the didactic resources presented in this article be useful to increase teachers interest in using digital sources with themes related to the environment specially those involving the blooming of cyanobacteria and its importance for the preservation of hydric resources.

KEYWORDS: Game; Didactic digital resource; Cyanobacteria; Environmental education; High School students.

INTRODUÇÃO**A água no contexto da Educação Ambiental**

O conceito de Educação Ambiental (EA) é muito amplo caracterizando-se por incorporar as dimensões socioeconômicas, políticas e culturais, 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. Portanto, torna-se necessária a inserção dessa ciência nos currículos escolares de forma mais concreta, pois os alunos ainda apresentam dificuldades em assimilar conteúdos relacionados a ela.

A degradação e a poluição das águas constituem, atualmente, grandes problemas devido aos impactos negativos sobre a ecologia, a saúde e a economia. Estes problemas podem resultar de fatores naturais e/ou de ações antrópicas. Os efeitos do antropismo resultam das atividades sobre os recursos naturais, sendo, as mais significativas, a urbanização, a pecuária e a irrigação, contribuindo efetivamente para a eutrofização. (PACHECO, 2009).

O processo de eutrofização é o fenômeno em que o ecossistema aquático é enriquecido por nutrientes diversos, principalmente compostos nitrogenados e

fosforados. O aumento da disponibilidade de nutrientes reflete diretamente na qualidade da água e tem, como consequências, o crescimento excessivo de seres vivos, entre os quais destaca-se as cianobactérias, objeto desse trabalho, o que gera sérios agravos ambientais e impactos negativos na saúde.

A eutrofização é considerada um grande problema ambiental, pois é um dos principais impactos qualitativos e quantitativos em rios, lagos e reservatórios. A eutrofização pode ser natural ou provocada por ações artificiais, sendo, as principais delas, as entradas de águas residuárias domésticas e industriais, a drenagem artificial, contribuições de fertilizantes utilizados na agricultura, erosão do solo e o uso de detergentes não biodegradáveis (TUNDISI e TUNDISI, 2008).

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, constituindo, assim, uma temática importante no contexto da EA. Portanto, são de relevante importância a abordagem e a aprendizagem dos contaminantes das águas no contexto da escola, pois trata-se de algo que está presente no dia a dia da comunidade, alterando, muitas vezes, a qualidade de vida atual e das gerações futuras.

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 PCN, a temática água deixa de ser fragmentada e descontextualizada para fazer parte de temas que traduzam preocupações da sociedade.

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, possibilitando-os perceber a responsabilidade social de cada um.

O ensino sobre água nas escolas é, então, 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.

Sobre a importância da água, o PCN Meio Ambiente destaca que:

Os rápidos avanços tecnológicos viabilizaram formas de produção de bens com consequências 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 a água, por exemplo. (BRASIL, 1997: 173).

Segundo Torralbo e Marcondes (2010), 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 permitam 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. Ou seja, 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 econômicos distanciando, assim, das situações-problemas que permeiam o tema (TORRALBO e MARCONDES, 2010).

Portanto, há urgência em se ensinar e aprender assuntos ligados à água, pois, dentro de pouco tempo, poderemos chegar a 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 no 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 desse tema está, de maneira implícita, inserida na EA e tem, como princípio norteador, a poluição das águas.

Os jogos na Educação Ambiental (EA)

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

No Brasil, segundo Souza e Nascimento Junior (2005), ainda faltam novos recursos instrucionais que facilitem e possibilitem a prática da EA, ou mesmo, há falta de um planejamento pedagógico, pois, segundo os autores, a atual situação do campo pedagógico da EA demonstra-se falho, principalmente na educação formal, destacando-se as problemáticas que os professores enfrentam os quais não sabem como fazer a EA ou não buscam alternativas para fazê-la.

Sobre o processo de aquisição de conhecimentos na EA, Medina (2002) aborda a necessidade da democracia onde o educador e o educando emitam sua crítica sobre o conhecimento, na qual os educadores apresentam-se como facilitadores de aprendizagem e os alunos como indivíduos ativos, portanto, participativos nas atividades. Dentro da mesma linha de pensamento, Guimarães (1995) propõe os 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.

A EA deve ser, portanto, 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 e GUSMÃO, 2004).

Segundo Piaget (1993), a aprendizagem com crianças deve contemplar a brincadeira e o jogo, sendo essas ações particularmente poderosas para o exercício da vida social e da atividade construtiva da criança. Ainda para o epistemólogo, 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).

Segundo Macedo e colaboradores (2005), em um contexto com jogos e resolução de situações-problemas ou desafios, os alunos colaboram bastante para que 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. Portanto, como a degradação ambiental é um problema de ordem mundial e devem-se buscar soluções eficazes para preservar o ambiente onde vivemos, a inserção de atividades lúdica pode ser um método importante para esse processo. (MACEDO e colaboradores, 2005).

Para Dias (2004), 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, tanto o papel dos conhecimentos científicos junto às funções a serem desempenhadas pela tecnologia quanto o lugar dos valores sociais éticos, na tomada de complexas decisões e preparação de medidas para resolução de problemas ambientais. Assim sendo, os jogos podem constituir um excelente instrumento para ajudar nossos alunos a se envolver em projetos que representem situações significativas e que, simultaneamente, darão subsídios e/ou suporte para acontecimentos futuros (MACEDO e colaboradores, 2005).

Wanderley Junior e Cezar (2013) consideram que os jogos didáticos são elementos importantes para o processo ensino e aprendizagem e sugerem que esses devem fazer parte do planejamento escolar. Eles podem ser utilizados na educação como método inovador no processo de aprendizagem, principalmente nas soluções de situações-problemas, como: degradação do meio ambiente, saúde, problemas socioambientais, 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, à análise de ações, à proposição de solução para situações-problemas e à ampliação dos conhecimentos (CARVALHO e MACEDO, 2009).

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 (Organizações Não Governamentais), instituições educativas e/ou ambientais públicas e privadas (DIAS, 1991; CARVALHO e XAVIER,

1999).

Este potencial do lúdico e da EA 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 se 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 e MACEDO, 2009).

Para Evangelista e Soares (2011), 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, mostrando que essa junção é possível.

Os jogos educativos podem ser, então, importantes instrumentos de aprendizagem na prática pedagógica da EA (SILVA e GRILLO, 2008). Encontrando-se na literatura atual vários relatos de experiência com jogos pedagógicos em educação ambiental e no ensino de ciências (KNEIPP e colaboradores, 2006; SOUZA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; CHAPLA e colaboradores, 2005; DOHME, 2003; SILVA e GRILLO, 2008; PENTEADO, OLIVEIRA, ZACHARIAS, 2010; BREDA e PIKANÇO, 2011; NASCIMENTO e colaboradores, 2012). Essas experiências mostram que o jogo constitui uma metodologia eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

É importante ressaltar, porém, que o uso de jogos educativos não dispensa a figura de um mediador. Na escola, esse mediador quase sempre é o professor e para que ele seja capaz de explorar ao máximo o potencial para a aprendizagem por meio dos jogos educativos, especialmente na EA, algumas ações são importantes. Entre as quais destacam-se:

- a) Conhecer a temática que está sendo abordada no jogo;
- b) Conhecer as regras do jogo;
- c) Possibilitar um ambiente propício para o desenvolvimento do jogo que estimule a criatividade, a descontração e a diversão;
- d) Estimular e respeitar as curiosidades, as descobertas e as experiências dos aprendizes;
- e) Fazer conexões entre os temas desenvolvidos no jogo com vivências, experiências e situações concretas que envolvem os aprendizes, a escola, a sala de aula, a comunidade, o bairro, a cidade etc;
- f) Aproveitar todos os momentos da aplicação do jogo como oportunidades de aprendizado e reflexão.

A temática: cianobactérias

As cianobactérias pertencem a um antigo grupo de organismos existentes no planeta há 3,5 bilhões de anos, desde o surgimento da vida. Foram encontradas no noroeste da Austrália cianobactérias fossilizadas em rochas que, por datação, indica terem sido

elas os primeiros produtores a liberar oxigênio, o que alterou, profundamente, toda a atmosfera terrestre e possibilitou a evolução de muitos outros organismos. (CALIJURI e colaboradores, 2006).

São microrganismos procariontes, fotossintetizantes e produtores primários como as algas. Elas mostram considerável diversidade morfológica. Por possuírem fisiologia versátil e estratégias adaptativas em resposta às mudanças das condições do meio, podem dominar sobre outros grupos fitoplanctônicos, especialmente em ambientes eutrofizados. Características especiais 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 ecossistemas aquáticos (PACHECO, 2009).

Elas são encontradas no mundo todo, seu habitat vai desde fontes termais com pH maior que 5 e temperaturas de 85°C a oceanos gelados da Antártida. Entretanto, os ecossistemas de água doce são os ambientes mais apropriados para o desenvolvimento de cianobactérias, pois a maioria das espécies apresenta melhor crescimento em águas neutroalcalinas, com pH de 6 a 9, temperaturas entre 15°C e 30°C, com alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Fatores ambientais como excesso de nutrientes em um corpo aquático, associado à estratificação na coluna d'água, temperatura elevada da água (25 a 30°C), ventos fracos, pH de neutro a básico e ausência de predadores favorecem o crescimento exuberante dessas bactérias (CALIJURI e colaboradores, 2006). Assim, o aumento da disponibilidade de nutrientes (eutrofização) reflete diretamente na qualidade das águas e tem, como consequências, a perda da qualidade cênica do ambiente e o aumento da incidência de cianobactérias (PACHECO, 2009).

Estas bactérias constituem o grupo maior e mais diversificado dos microrganismos procarióticos fotossintetizantes, incluindo cerca de 124 gêneros, com aproximadamente 2000 espécies (PACHECO, 2009). Desses 124 gêneros de cianobactérias conhecidos, pelo menos 40 gêneros distintos incluem espécies produtoras de toxinas (APELDOORN e colaboradores, 2007). Essas toxinas podem ocasionar a morte de peixes, crustáceos, aves e outros animais domésticos (SALOMOM e colaboradores, 1996) e até morte de seres humanos (MOLICA e AZEVEDO, 2009).

As cianotoxinas, toxinas produzidas pelas cianobactérias, constituem metabólitos secundários e caracterizam-se por sua ação rápida, podendo causar a morte de mamíferos por parada respiratória após poucos minutos de exposição (CHORUS e BARTRAM, 1999). Existem duas classes principais de cianotoxinas: as neurotoxinas e as hepatotoxinas (MOLICA e AZEVEDO, 2009). As neurotoxinas são alcalóides neurotóxicos que agem como bloqueadores neuromusculares pós-sinápticos de receptores nicotínicos e colinérgicos ou a inibição da condução de sódio e cálcio, afetando a permeabilidade ao potássio (CARMICHAEL, 1994). As hepatotoxinas, por sua vez, apresentam ação mais lenta, podendo causar a morte num intervalo de poucas horas a poucos dias e são as principais responsáveis pelas intoxicações. Elas podem causar hemorragia intra-hepática, diminuição da síntese proteica, diarreias, vômitos,

diminuição dos movimentos, danos renais, pulmonares e cardíacos e hemorragia interna (CHORUS e BARTRAM, 1999).

O cultivo de algas, em particular as cianobactérias, tem sido muito utilizado na produção de alimentos para o homem e animais, na reciclagem de resíduos, no tratamento de esgoto e no suprimento de matéria-prima para alguns compostos naturais e agentes bioativos. As cianobactérias representam uma fonte rica em proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, enzimas e outros compostos. (MÜLLER e colaboradores, 2003). Entretanto, deve-se ficar atento, pois o fato de algumas cepas serem produtoras de toxinas deve ser levado em conta na utilização desses microrganismos para esses fins.

Grande atenção tem sido dada à ocorrência de florações de cianobactérias, por serem algumas espécies potenciais produtoras de toxinas. Grande número de ocorrências de florações tóxicas de cianobactérias em reservatórios de abastecimento de água vem sendo descrito em todo o mundo (PACHECO, 2009).

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. 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 dessas toxinas passou a ser uma grande preocupação (CARMICHAEL e colaboradores *et al.*, 2001; BRASIL, 2003).

Assim, a floração de cianobactérias torna a água imprópria para ser utilizada. Por este e outros motivos, é relevante a conscientização de todos sobre as ações adversas 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 de disponibilidade de água, o que poderá colocar em perigo a sobrevivência da humanidade (CHAVES, 2011). Sendo assim, a contaminação das águas com as cianobactérias é um problema ambiental e de saúde pública que precisa ser enfrentado no sentido de evitar danos maiores à população. Desde modo, a expansão do conhecimento dos fatores que influenciam suas florações é fundamental para a elaboração e a adequação de medidas de controle ou de retardo da eutrofização.

A floração de cianobactérias pode ser controlada por meio da pré-cloração ou da aplicação de algicidas, tais como compostos a base de cobre e permanganato de potássio. Também são utilizados com menor frequência, 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 e colaboradores, 2009). As cianotoxinas não podem ser removidas pelos processos envolvidos nas tecnologias convencionais de tratamento de água, conforme dito, porém, podem ser adotadas, para a remoção das toxinas, a adsorção com carvão ativado e a pós-oxidação (ação do pH, adição de cloro). Entretanto, a possibilidade de formação de subprodutos durante a desinfecção

geralmente não é avaliada (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Diante do exposto, percebe-se que 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, características biológicas das cianobactérias, danos causados ao meio ambiente e à saúde humana pela floração com cianobactérias das águas. Esses aspectos podem ser trabalhados nas escolas dentro dos conteúdos de EA em diversas disciplinas, especialmente na biologia. Assim, o presente trabalho relata a experiência do desenvolvimento, da aplicação e da avaliação de um jogo didático multimídia sobre a temática Cianobactérias no Ensino Médio.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Elaboração dos materiais educativos

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 e colaboradores (2009), ao reconhecerem a importância da utilização de recursos multimidiáticos no ensino de Biologia e a necessidade do entendimento de sua real contribuição no processo ensino/aprendizagem.

Com as intensas inovações tecnológicas e 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 (TAROUCO e CUNHA, 2006).

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 e colaboradores, 2011). De acordo com Garbin (2003), 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.

Diante desse quadro e da facilidade que os jovens possuem para manusear os computadores, o que aumenta o interesse em adquirir o conhecimento por meio desta ferramenta, esse artigo tem como objetivo principal expor como foi a elaboração, a aplicação e a avaliação de um jogo multimídia digital: o *Ciano Quiz*.

O Jogo *Ciano Quiz*

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

Na elaboração do jogo, alguns aspectos importantes 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.

O *Ciano Quiz* foi desenvolvido no programa "Adobe AIR" e para sua confecção definiu-se alguns pontos importantes: a inserção de imagens estáticas no jogo; a definição do número de jogadores que podem jogar simultaneamente (dois jogadores); a possibilidade de os 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; a possibilidade de o jogador aprender com seus erros e acertos e verificar o seu desempenho ao final do jogo.

Trata-se de um jogo que aguça a competitividade entre os alunos, pois a ação de querer adquirir o conhecimento pode ser estimulada durante o ato de jogar e competir. Enfim, o jogo ensina os alunos a tomar decisões e, às vezes, antecipar o que o adversário poderia fazer, estimulando a busca pelo conhecimento.

O tutorial do *Ciano Quiz*

Cientes do papel importante do professor como mediador no uso produtivo de jogos no contexto do ensino, foi elaborado, também, um tutorial sobre o *Ciano Quiz*, um manual de cunho pedagógico que visa ajudar 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 jogo e, com certeza, facilitará sua utilização no contexto da sala de aula ou de outros ambientes de aprendizagem.

Aplicação e avaliação do *Ciano Quiz*

O jogo foi aplicado e avaliado em uma escola de rede estadual de ensino, na cidade de Ribeirão das Neves, em Minas Gerais, em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, sendo 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 três grupos de sete e um grupo de oito alunos e a T2 foi dividida em três grupos de seis e um grupo de oito alunos.

Estratégia de aplicação do *Ciano Quiz* no contexto da sala de aula

No primeiro momento, foi realizada, para ambas as turmas, uma breve palestra introdutória sobre o tema cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana. Na palestra, foram enfatizadas a floração de cianobactérias que afetam os ecossistemas aquáticos de Minas Gerais e do Brasil e a ocorrência de alguns casos de agravos à saúde humana relacionados aos problemas da contaminação das águas com cianobactérias. 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 deveria levantar o cartão com a letra da resposta considerada correta pelo grupo.

O jogo *Ciano Quiz* foi aplicado utilizando o recurso do “*data show*” pois, consiste uma ferramenta educacional digital. Como existiam mais de duas equipes jogando, algumas adaptações tiveram que ser feitas para jogar, quer sejam:

a) O número 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 ocorra risco de perguntas iguais durante uma mesma partida;

b) Cada grupo deveria responder a cinco perguntas e cada uma foi valorizada em cinco pontos. 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 lugares foram contemplados com brindes educacionais, contendo canetas, lápis e outros materiais.

Avaliação do *Ciano Quiz*

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

É consenso entre vários autores a necessidade e a importância da avaliação de objetos de aprendizagem (OA) como os jogos digitais. É certo que, para garantir o melhor aproveitamento de OA nas práticas pedagógicas, deve-se dedicar atenção inicial e criteriosa à avaliação dos mesmos. São diversas as metodologias de avaliação de OA, que realizam suas análises focando em fatores distintos sem modelos e métodos padronizados. Para realizar uma avaliação de OA de forma sistemática, deve-se identificar e considerar alguns critérios e aspectos essenciais de acordo com a sua concepção epistemológica, suas características e seus objetivos. (ALMEIDA e colaboradores, 2013).

Sendo assim, para a avaliação pedagógica do jogo *Ciano Quiz* foi criado um questionário com 14 perguntas fechadas (veja tabela 1 deste artigo) sobre aspectos, 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, se apresenta a combinação adequada do uso de textos e imagens e se sana dúvidas com relação ao tema abordado etc. Os alunos que participaram do jogo responderam “**sim**” ou “**não**” para as 14 perguntas propostas.

Para Ausubel e colaboradores (1980), aprendizagem significativa acontece quando há aquisição de novos conceitos relacionados aos conhecimentos prévios já estabelecidos na estrutura cognitiva do aluno. Portanto, a aprendizagem significativa é o resultado da relação entre conhecimentos prévios e novos conceitos e acontece quando esses novos conceitos se tornam claros, precisos, diferenciados e intransferíveis na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo esses mesmos autores, para identificar a aprendizagem significativa, o aluno deve ser submetido a testes atípicos, diferentes dos testes de vestibulares e situações cobradas em exames que os mesmos já tenham participado ou mesmo tiveram acesso. Sendo assim, para verificar a aprendizagem produzida pelo jogo os alunos responderam a cinco perguntas contextualizadas e relacionadas com o seu cotidiano, diferentes das apresentadas no jogo. Todas propunham situações-problemas que requisitavam a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao jogar o *Ciano Quiz*. As cinco perguntas utilizadas na avaliação de aprendizagem podem ser acessadas no anexo deste artigo. As respostas dos alunos foram analisadas e classificadas como **em branco, correta, parcialmente correta e incorreta**, de acordo com o gabarito apresentado no anexo deste artigo. A resposta foi considerada parcialmente correta quando estava incompleta, por exemplo, em uma questão onde era solicitado fazer três citações e o aluno fazia apenas uma ou duas.

DESENVOLVIMENTO

Apresentação do *Ciano Quiz* e do seu tutorial

O jogo *Ciano Quiz* pode ser instalado utilizando o link: <https://drive.google.com/file/d/0B2SGP8IZDRKPRVpLVjltOEdFa1k/view>. A seguir faz-se uma apresentação resumida do seu conteúdo.

A tela inicial do jogo vem apresentando o nome do mesmo, das autoras, imagem de cianobactérias e o ícone “iniciar”, devendo este ser clicado para começar o jogo (Figura 1).



Figura 1 - "Print screen" da tela inicial do jogo *Ciano Quiz*. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

A segunda tela explica a valorização de cada questão e traz 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 serem respondidas pode ser escolhido pelo participante. Optou-se por questões que abordassem diversos aspectos relacionados às cianobactérias: aspectos biológicos, impactos da contaminação sobre o meio ambiente e a saúde, formas de prevenção da floração, tratamento das águas contaminadas e ações positivas das cianobactérias. Na maioria das perguntas, buscou-se fazer a contextualização com a realidade local dos alunos, por meio de situações-problemas. 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, conforme explicitado anteriormente.

Para que o jogo ficasse mais atraente, foi adicionada uma tela (Figura 2) que permite ao jogador escolher uma imagem e um nome para representá-lo no jogo. Assim, a inserção de imagens e de sons foi realizada para tornar o jogo mais atrativo e favorecer o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem.



Figura 2 - "Print screerl" da tela que apresenta os personagens que podem ser selecionados pelos jogadores. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

Na tela seguinte (Figura 3), aparece o nome e o personagem escolhido pelo jogador e a pergunta número 1 que irá iniciar o jogo. Para tanto, o jogador deverá clicar no ícone "continuar".



Figura 3 - "Print screerl" da tela que mostra o personagem e nome escolhido pelo jogador e o ícone "continuar" para iniciar a pergunta número 1 do jogo. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

As perguntas do *Ciano Quiz* são fechadas com quatro opções de respostas (A, B, C, e D), que aparecem aleatoriamente durante o jogo sem que haja repetição. Na tela, então, surgirá a pergunta e as opções de respostas. Em todas as questões aparece

uma imagem simbolizando uma professora. Para dar continuidade ao jogo, o jogador deve clicar na resposta que achar correta, e, em seguida, no ícone "responder", como mostra a figura 4.

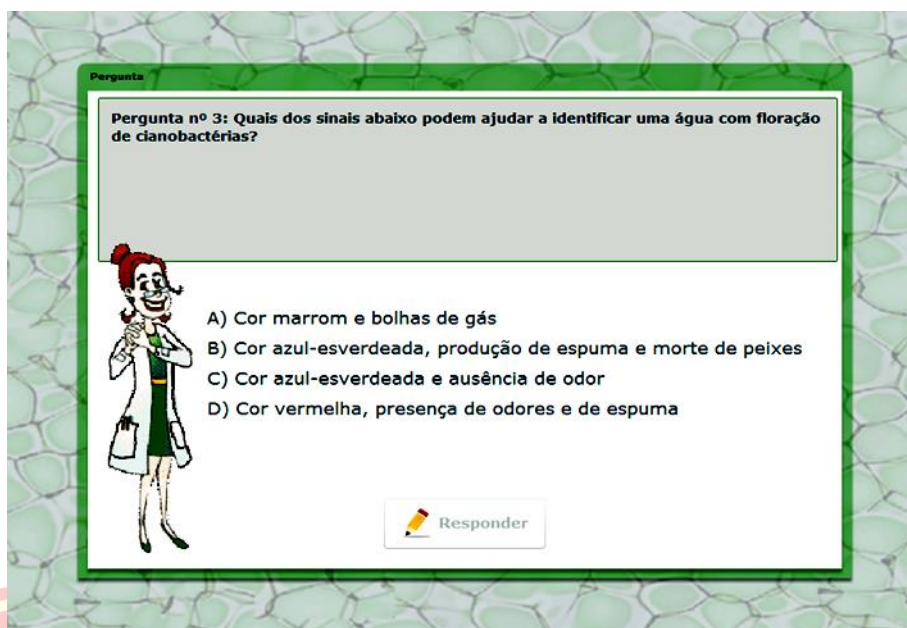


Figura 4 - "Print screen" da tela com a pergunta da questão a ser respondida, as opções de respostas e o ícone para responder. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

Após clicar em responder, aparecerá uma tela (Figura 5) seguida de um som para acerto ou erro. 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 *Ciano Quiz* foram acrescentadas, para cada resposta dada, informações para que os alunos pudessem aprender com seus acertos e erros (gerenciamento de erros).

Como relatado, o jogo pode ser jogado por um ou dois jogadores, permitindo competição entre os alunos. Entretanto, o foco principal do jogo não deve ser a competição. Portanto, é relevante que o professor exerça seu papel de mediador para que o jogo desempenhe sua função pedagógica na sala de aula.

Caso o jogo seja jogado por mais de um jogador, aparecerá na tela o nome e o personagem escolhido pelo segundo jogador, o número da pergunta e o ícone para continuar. Em seguida, surgirá a questão, as alternativas e as respostas corretas, como mostrado nas figuras 4 e 5, e, assim, o jogo vai prosseguindo até que seja esgotado o número de perguntas configuradas no início do jogo pelos jogadores.

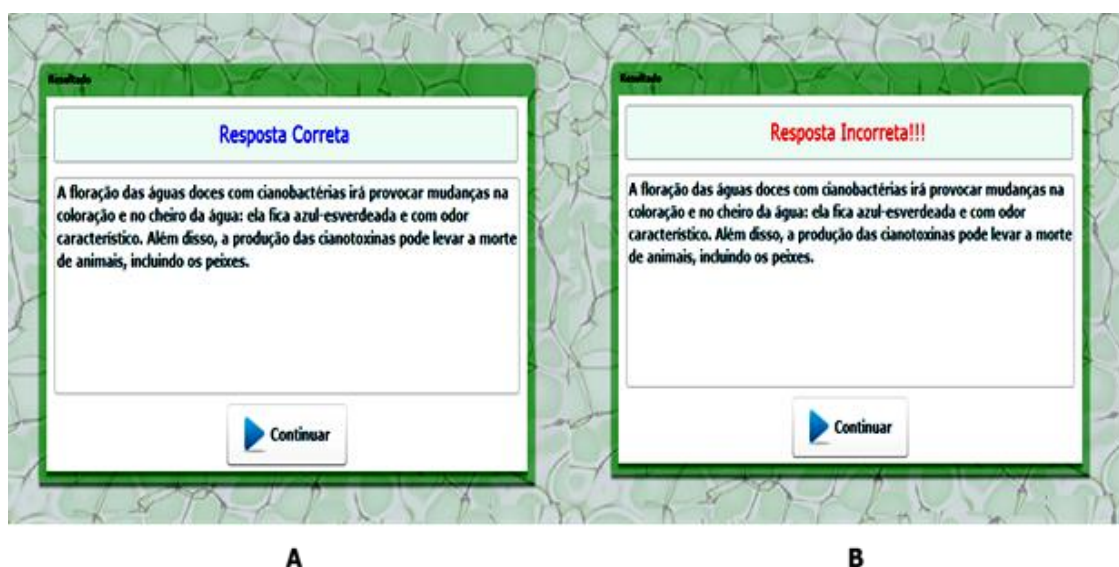


Figura 5 – "Print screen" da tela confirmando se a questão está correta (A) ou incorreta (B), com informações que justificam o erro ou o acerto e o ícone para continuar. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

No final do jogo, será apresentada uma tela de resultados contendo o nome do vencedor, os pontos obtidos por cada jogador e o seu número de acertos e erros (Figura 6). Ao lado do nome do jogador, também será apresentada uma mensagem referente ao seu desempenho. Na parte inferior da tela aparecerão duas opções que permitirão ao jogador fechar o jogo ou jogar novamente.



Figura 6 - "Print screen" da tela apresentando o resultado final do jogo e estatísticas do desempenho de cada jogador. [Fonte: jogo *Ciano Quiz*, 2013]

O desempenho do jogador é baseado nos intervalos de valores de acertos:

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 melhorar.
- e) 96% - 100% - Desempenho ótimo - Parabéns!

Como dito anteriormente, visando a facilitar o trabalho do mediador, especialmente dos professores, na aplicação do jogo no contexto da EA, foi elaborado um tutorial que auxilia na usabilidade do jogo. Esse tutorial consiste de um passo a passo para a utilização do jogo desde a instalação do programa que o executa até o momento de sua finalização.

A seguir, são listados os aspectos abordados no tutorial:

- a) O que é o *Ciano Quiz*;
- b) Como instalar o *Ciano Quiz*;
- c) Como abrir o *Ciano Quiz*;
- 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 à questão;
- h) Correção comentada da questão respondida;
- i) Resultado final e análise de desempenho.

Resultados da avaliação pedagógica do *Ciano Quiz*

A avaliação do jogo foi realizada por 55 alunos de duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Minas Gerais. Verificou-se que, de modo geral, os alunos (55) fizeram uma avaliação positiva sobre o uso do jogo *Ciano Quiz* como instrumento para a EA (Tabela 1).

Tabela 1- Avaliação Pedagógica do jogo *Ciano Quiz* pelos alunos

Pergunta	Resposta			
	Não		Sim	
	N	%	N	%
1. É objetivo, com informações diretas?	5	9,0	50	91,0
2. É fácil de compreender?	8	14,5	47	85,5
3. Apresenta assunto interessante?	7	12,7	48	87,3
3. Facilita a compreensão da temática abordada?	9	16,4	46	83,6
5. A linguagem é adequada?	4	7,3	51	92,7
6. Faz relação com o seu cotidiano?	14	25,5	41	74,5
7. Apresenta combinação adequada do uso de textos e	14	25,5	41	74,5

8. É motivador e desperta interesse?	13	23,6	42	76,4
9. Possui exemplos para sanar dúvidas com relação aos	10	18,1	45	81,9
10. Ajuda na aprendizagem de conteúdos de biologia/saúde?	10	18,1	45	81,9
11. Apresenta material desnecessário que pode/poderia ser	35	63,6	20	36,4
12. Faz pensar sobre ações do dia-a-dia?	11	20,0	44	80,0
13. Trata de um assunto sobre o qual você tinha dúvidas?	24	43,6	31	56,4
14. Colabora para que haja mudanças de atitudes na sua	6	10,9	49	89,1

Fonte: Dados da pesquisa

Observou-se que 76,4% dos participantes da pesquisa responderam afirmativamente no quesito que questionava se o jogo era motivador e despertava interesse. Vale ressaltar que 83,6% dos alunos afirmaram que o uso de jogos lúdicos facilita a compreensão da temática abordada, entrando em concordância com as ideias enfatizadas por Santana (2008). O autor 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).

Como planejado na sua elaboração, 74,5% dos estudantes afirmaram que o jogo *Ciano Quiz* faz relação com o cotidiano e 80,0% disseram que o jogo sobre a temática proposta os faz pensar sobre ações do seu dia-a-dia e colabora para mudanças de atitudes na vida real. Era um objetivo do jogo que as questões contextualizadas levassem os alunos a pensar sobre seu dia-a-dia (sua realidade) e fazer com que os conhecimentos adquiridos pudessem incentivá-los a adotar medidas efetivas 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).

Em resposta à pergunta "Qual foi o seu grau de satisfação ao participar do jogo?", os participantes da pesquisa responderam alto (61,5%); médio (30,8%) baixo (6,5%). Ressalta-se que 1,2% dos alunos não responderam a essa questão. O alto grau de satisfação observado pela maioria dos alunos pode ser devido ao uso de uma metodologia diferenciada das aulas tradicionais aliada ao emprego de recursos tecnológicos, sem dúvida, um atrativo para os adolescentes.

Resultados da avaliação da aprendizagem após aplicação do *Ciano Quiz*

Os resultados da análise das respostas dos alunos para as questões elaboradas para avaliar a aprendizagem obtida por meio da aplicação do jogo estão apresentados no gráfico 1. As perguntas podem ser acessadas no anexo desse artigo.



Gráfico 1 - Análise das respostas dos alunos na avaliação da aprendizagem após aplicação do jogo *Ciano Quiz* [Fonte: Dados da pesquisa]

A análise dos dados da avaliação da aprendizagem, de modo geral, aponta que o jogo *Ciano Quiz* colaborou para o entendimento e ampliou o conhecimento sobre o tema cianobactérias e seus impactos no ambiente e na saúde, pois o número de respostas incorretas e em branco foi pequeno. A maioria das respostas dadas pelos alunos estava parcialmente correta ou correta. Destaca-se o bom desempenho dos alunos para responder as questões 2, 3 e 5. A questão 2 pedia para citar o principal processo ligado à floração das águas por cianobactérias (a eutrofização) e suas causas; a questão 3 solicitava que fossem citadas três atitudes que podem ser tomadas para evitar a floração das águas por cianobactérias; e a questão 5 pedia para citar três atividades que devem ser evitadas durante o período em que o rio está contaminado com cianobactérias.

Ressalta-se que o desempenho obtido na avaliação da aprendizagem contradiz o resultado da avaliação pedagógica, onde 43,6% dos alunos disseram que o jogo não trata de assunto sobre o qual eles tinham dúvidas (pergunta 13 da tabela 1). Observou-se que, mesmo após a aplicação do jogo, os alunos ainda tiveram dificuldade para responder algumas perguntas referentes à temática. Destaca-se a dificuldade dos alunos para utilizar termos cientificamente corretos para nomear as cianotoxinas (questões 1 e 4 do gráfico 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve, como princípio norteador, a busca por instrumentos eficazes para o processo de aprendizagem que levasse os discentes a pensar e a formular o seu próprio conhecimento, utilizando, para isso, metodologias que fossem dinâmicas e atrativas e que pudessem relacionar os problemas ambientais atuais com o cotidiano. O propósito dos materiais didáticos aqui apresentados - jogo *Ciano Quiz* e seu tutorial

- era contribuir com um novo recurso multimídia como instrumento para a EA, abordando um tema que envolve contextos da saúde e social que está presente na vida das pessoas e que pudesse ajudar na formação integral do educando. Pode-se verificar que a utilização desses materiais, que aliam o uso do lúdico com o uso da tecnologia, pode contribuir efetivamente para a criação de uma consciência ambiental, despertando o interesse, a motivação e a participação do aprendiz no processo de aprendizagem.

No decorrer do desenvolvimento do jogo no contexto da sala de aula, observou-se um envolvimento grande dos alunos no processo de aprendizagem e uma vontade de adquirir novos conhecimentos ou mesmo ampliá-los. Os alunos comentaram que o jogo era criativo e tinha uma forma diferente para explicar o conteúdo. Em suas colocações, eles relataram sobre a importância do gerenciamento dos erros no jogo, o que permitiu que eles aprendessem durante a partida. Outro ponto destacado por eles disse respeito à importância da aproximação com situações do cotidiano.

Com relação ao potencial do *Ciano Quiz* para produzir aprendizagem, a avaliação do entendimento sobre os conteúdos específicos abordados mostrou que o jogo contribuiu para uma aprendizagem efetiva sobre a temática. Os alunos utilizaram as informações assimiladas no decorrer do jogo para resolver situações-problemas sobre as cianobactérias e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana.

Verificou-se, ainda, que o desenvolvimento do *Ciano Quiz*, 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 de descontração, permitindo, também, uma aproximação do educador com os educandos.

Sendo assim, pode-se inferir que o *Ciano Quiz* contribuiu para despertar o interesse para problemas relacionados à degradação do meio ambiente e aos danos que podem causar. Ele ampliou o conhecimento dos participantes, estimulando e conscientizando sobre a responsabilidade que nós temos sobre o meio ambiente e os cuidados com o mesmo, desenvolvendo habilidades e competências nas áreas de educação ambiental e de educação para a saúde.

Dessa forma, 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 ser mediadores que contribuam para a construção gradativa do conhecimento pelos educandos.

Espera-se que os produtos educacionais aqui relatados possam ser de grande valia, tanto para professores quanto para alunos, pois o uso de recursos multimidiáticos vem se tornando cada vez mais frequente no contexto da educação ambiental, embora, infelizmente, ainda sejam recursos inviáveis para algumas realidades do Brasil. Almeja-se que eles possam contribuir para a construção de conhecimentos concretos relacionados às cianobactérias e aos seus impactos no meio ambiente e na saúde humana e, também, para o desenvolvimento de habilidades e competências nas áreas

da educação ambiental e da saúde, aspectos importantes para a construção da cidadania.

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. Anais...Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/conferencia/index.php/enpec/viiienpec/paper/view/621/75>> Acesso em: 15 jan. 2013.
- ALMEIDA, R. R.; CHAVES, A. C. L.; ARAÚJO JR, C. F. Avaliação de objetos de aprendizagem: aspectos a serem considerados neste processo. **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, v. 13, p. 1-7, 2013.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução Eva Nick, Heliana de Barros Conde Rodrigues, Luciana Peotta, Maria Ângela Fontes e Maria da Glória Rocha Maron. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.
- APELDOORN, M.E. *et al.* Toxins of cyanobacteria. **Molecular Nutrition & Food Research**. Nova Jersey, v. 51, n. 1, p. 7-60, 2007.
- 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, Aracaju. Anais..., Aracaju: ISBIE, 2011.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde**. Brasília: MEC/SEF. v.9, 1997.
- 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. > Acesso em: 05 de jun. 2012.
- 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, 2003. 56p.
- BREDA, T. V., PICANÇO, J. L. Jogo de tabuleiro "Conhecendo o Parque Ecológico" como recurso lúdico e educacional em Geociências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8, 2011, Campinas. Anais... Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0037-1.pdf>> Acesso em: 5 jan. 2013.
- CALIJURI, M.C.; ALVES, M A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: Rima Editora, 2006.118 p.
- CARMICHAEL, W. W. The Toxins of Cyanobacteria. **Scientific American**, New York, v.270, p. 64-72, 1994.

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

CARVALHO, Juan Maro Kersul de; MACEDO, Miramy. Brincadeiras e ensino de ecologia: subsídios para uma educação ambiental lúdica. In: Seminário de Educação, 2009, Cuiabá. Anais... Cuiabá: UFMT, 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; XAVIER, F. F. A Utilização de atividades Lúdicas para a Sensibilização Ambiental. In: **Encontro Estadual de Educador@s Ambientais**, 2, 1999, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Rede Mato-Grossense de Educação Ambiental, 1999.

CHAPLA, Patrícia Inês *et al.* Elaboração e produção de material didático: o jogo da memória, como facilitador no ensino de ecologia e educação ambiental. In: **Congresso de Ecologia do Brasil**, 7, 2005, Caxambu. Anais... Caxambu: SEB, 2005. 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. 36 p.

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

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

DIAS, Genebaldo. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9.ed. São Paulo: Gaia, 2004. 551 p.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2.ed. Rio de Janeiro: Abes, 2005. 1566 p.

DOHME, Vânia. **Atividades lúdicas na educação**: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003. 182 p.

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_I_dicas.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2013.

GARBIN, E. M., Cultur@as juvenis, identid@ades e Internet: questões atuais? **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n.23, p. 119-135, maio-ago. 2003.

GUERRA, Rafael Angel Torquemada; GUSMÃO, Christiane Rose de Castro. A produção de material paradidático para a implementação da educação ambiental em escolas públicas. **Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba**. 2004. Disponível em: <http://www.dse.ufpb.br/ea/Masters/Artigo_3.pdf> Acesso em: 23 mar. 2013.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. Campinas: Papirus, 1995. (Coleção Magistério: formação e trabalho pedagógico). 107 p.

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. a.2, p.1, mar., 2006. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/experiencias115.htm>> Acesso em: 5 jul. 2013.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Sícoli; PASSOS, Norimar Christe. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 110 p.

MEDINA, Naná Mininni. Formação de Multiplicadores para Educação Ambiental. In: PEDRINI, AG. (Org.). **O Contrato Social da Ciência, unindo saberes na Educação Ambiental**. Petrópolis: Vozes. p. 69-90. 2002.

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

MÜLLER, M. C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; LOURENÇO, S. O. Carotenóides da cianobactéria *Synechocystis pevalekii* produzida em condições normais e sob limitação de nutrientes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 39, n. 4, p.415-423, 2003.

NASCIMENTO, B. L. D. *et al.* Biodicas: Desenvolvimento e aplicação de um jogo didático para o ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2012. Disponível em: <<http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistacienciasideias/article/view/113/113-7531>> Acesso em: 5 jul. 2013.

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**. 109p. Dissertação (Mestrado em *Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária*) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2009.

PENTEADO, M. M.; OLIVEIRA, P. A.; ZACHARIAS, S. F. TABELIX Jogo da memória como recurso pedagógico para o ensino aprendizagem sobre a tabela periódica. **Revista Ciência & ideias**, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p.1-9, 2010.

PIAGET, J. **A linguagem e o pensamento da criança**. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993. 212 p.

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**, Rio Grande/RS, v. 8, p.23-32, 1996.

SANTANA, E. M. A Influência de atividades lúdicas na aprendizagem de conceitos químicos. In: **Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica**, 1, 2008, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SENEPT, 2008. Disponível em: <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, p. 1-12. 2007. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>> Acesso em: 16 de junho de 2013.

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), Itajaí, v. 8, n.2, p. 229-238, ago., 2008.

SOUZA, Daniele Cristina de; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. Jogos didático-pedagógicos ecológicos: uma proposta para o ensino de ciências, ecologia e educação ambiental. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 5, 2005, Bauru, Anais... Bauru: ABRAPEC, 2005. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p373.doc>> Acesso em: 4 jun. 2013.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem. **Novas Tecnologias 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: 2 maio de 2012.

TORRALBO, Daniele; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e professores de Química. In: Encontro Nacional de ensino de Química. 15. Brasília, Anais...Brasília: UFB. 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.com.br/resumos/R0222-1.pdf>> Acesso em: 5 jun. 2012.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

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

WANDERLEY JUNIOR, Edson Santos; CEZAR, Eduardo Henrique Almada. Estudo exploratório sobre a utilização de jogos no ensino escolar. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 106-122, 2013. Disponível em:

<http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistacienciaseideias/article/view/174/pdf_1> Acesso em: 5 jun. 2014.

ANEXO: Perguntas utilizadas na avaliação da aprendizagem do *Ciano Quiz*

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 algumas 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.

Respostas:

Tipo de cianotoxina: Dermatotoxina.

Sintomas: 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, verificou que a lagoa estava com uma cor esverdeada e dela exalava um odor bastante desagradável. Explique que processo observado por Fred na lagoa e suas respectivas causas?

Respostas:

Processo: Eutrofização,

Causas: lançamento de resíduos sólidos, esgotos domésticos e industriais na lagoa.

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 banham a sua cidade, estavam infectadas por cianobactérias, e que as pessoas deveriam evitar contato direto com as 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.



Revista
Ciências & Ideias