



CIÊNCIA NA ESCOLA: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO NA TEMÁTICA DE ECOTOXICOLOGIA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Science at School: Elaboration, Application and Evaluation of a game on theme of Ecotoxicology as a tool of Science Education

Ciencia en la Escuela: Elaboración, Aplicación y Evaluación de un juego sobre el tema de la Ecotoxicología como herramienta de educación científica

Resumo: O letramento científico refere-se à capacidade dos alunos de compreender, interpretar, refletir e transformar o mundo a partir do conhecimento científico. No entanto, a Educação Básica Brasileira tem uma abordagem limitada da Educação Científica. Dessa forma, é preciso buscar alternativas para que os estudantes compreendam a metodologia científica, a importância da ciência e sobretudo os impactos que a ciência e a tecnologia podem causar na sociedade. Diante disso, este estudo buscou desenvolver uma ferramenta que permita promover a Educação Científica para alunos do Ensino Médio em escolas brasileiras, independente da sua infraestrutura. A ferramenta desenvolvida foi o jogo Ciência na Escola, elaborado a partir de recursos lúdicos e audiovisuais, para abordar um problema da área de Ecotoxicologia e aspectos do método científico. A efetividade deste jogo foi avaliada a partir da análise de questionários diagnósticos aplicados antes e após a sua realização com alunos do Ensino Médio (n=170 alunos). Os resultados indicaram que o jogo é uma ferramenta eficiente para promover a Educação Científica para alunos do Ensino Médio.

Palavras-Chave: Método Científico; Recursos Audiovisuais; Ludicidade; Letramento Científico.

Abstract: Scientific literacy refers to the students' ability to understand, interpret, reflect, and transform the world based on scientific knowledge. However, Brazilian Basic Education has a limited approach to Science Education. Thus, it is necessary to seek alternatives so that students understand the scientific methodology, the importance of science, and, above all, the impacts that science and technology can have on society. Therefore, this study sought to develop a tool that allows for promoting Scientific Education for high school students in Brazilian schools, regardless of their infrastructure. The tool developed was the game "Science at School", elaborated from playful and audiovisual resources, to address a problem in the area of Ecotoxicology and aspects of scientific method. The effectiveness of this game was assessed based on the analysis of diagnostic questionnaires applied before and after high school students played the game (n = 170 students). The results indicated that this game is an efficient tool to promote Science Education for high school students.

Keywords: Scientific Method; Audiovisual Resources; Playfulness; Scientific Literacy.

Resumen: La alfabetización científica se refiere a la capacidad de los estudiantes para comprender, interpretar, reflexionar y transformar el mundo a partir del conocimiento científico. Sin embargo, la educación básica brasileña tiene un enfoque limitado de la educación científica. Por eso, es necesario buscar alternativas para que los estudiantes comprendan la metodología científica, la importancia de la ciencia, y los impactos que la ciencia y la tecnología pueden tener en la sociedad. En vista de esto, este estudio buscó desarrollar una herramienta para promover la educación científica para estudiantes de secundaria en escuelas brasileñas, independientemente de su infraestructura. La herramienta desarrollada fue el juego "Ciencia en la Escuela", desarrollado a partir de recursos lúdicos y audiovisuales, para presentar un problema en el área de Ecotoxicología y aspectos del método científico. La efectividad de este juego fue evaluada con base en el análisis de cuestionarios diagnósticos aplicados antes y después de su realización con estudiantes de secundaria (n = 170 estudiantes). Los resultados indicaron que el juego es una herramienta eficiente para promover la educación científica en los estudiantes.

Palabras clave: Método científico; Recursos audiovisuales; Lúdico; Alfabetización científica.

AUTORES:

RONALDO DOS SANTOS
FILHO¹

ORCID 0000-0003-4668-236

¹Universidade Federal do
Paraná (UFPR)

KETELN MICHELE
GUILHERME DE OLIVEIRA²

ORCID 0000-0001-6831-8195

²Universidade Federal do
Paraná (UFPR)

LUCIANE VIATER TURECK³

ORCID 0000-0002-4200-1189

³Universidade Federal do
Paraná (UFPR)

LUPE FURTADO ALLE⁴

ORCID 0000-0002-1616-8225

⁴Universidade Federal do
Paraná (UFPR)

DANIELA MORAIS LEME⁵

ORCID 0000-0001-7164-1276

⁵Universidade Federal do
Paraná (UFPR)



Para citar este artigo:

SANTOS FILHO, R.; et al. CIÊNCIA NA ESCOLA: Elaboração, aplicação e avaliação de um jogo na temática de ecotoxicologia como ferramenta de educação científica. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p.114-134, jan./jul., 2020.





INTRODUÇÃO

Atualmente, vivemos em uma sociedade caracterizada pelo forte desenvolvimento científico e tecnológico. Apesar disso, poucas pessoas utilizam a ciência na solução de seus problemas cotidianos. Diante desse cenário, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018, propõe que o ensino das Ciências da Natureza (Biologia, Química e Física) passe a contribuir para o desenvolvimento do letramento científico nos alunos, ou seja, a capacidade de compreender, interpretar e transformar o mundo a partir do conhecimento científico. Nesse contexto, espera-se que os alunos desenvolvam as capacidades de refletir, argumentar, enfrentar desafios e propor soluções, sendo capazes de fazer escolhas sustentáveis e intervir positivamente na sociedade para o bem-estar comum (MEC, 2018).

Entretanto, apesar das diretrizes da nova BNCC visarem atender as demandas atuais da sociedade, como o uso consciente das tecnologias, o trabalho em equipe e a capacidade de solucionar problemas, o ensino das Ciências da Natureza ainda enfrenta obstáculos bem conhecidos da Educação Básica Brasileira. Isso se deve ao fato de que muitas escolas não acompanharam a evolução das demandas da sociedade, mantendo o ensino focado na metodologia tradicional (aula expositiva), no professor, e no conteúdo (GOLDBACH et al., 2009; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011; JANGO; FARIA; STORNILO, 2019). Tal problemática fica ainda mais evidente quando observamos os baixos resultados do Brasil nas três modalidades (Linguagem, Matemática e Ciência) do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) 2018. A avaliação do ensino de ciências verificou que 55% dos alunos brasileiros não são letrados cientificamente (OECD, 2018).

A metodologia tradicional de ensino parece ser um dos fatores responsáveis pelo baixo percentual de alunos letrados cientificamente, sendo criticada por não dar protagonismo ao aluno e por não contemplar os diferentes tipos de inteligência (SOUZA, 2014; BECKER; PASCHOALI, 2016). Diante disso, a metodologia ativa de aprendizado vem ganhando cada vez mais espaço na educação, defendendo os ideais pedagógicos do construtivismo, que sustentam que o aprendizado não acontece pela memorização dos conteúdos, mas pela construção do conhecimento pelo aluno por meio de experiências (BISSOLI; SANTOS; CONDE, 2018). Nesse sentido, a utilização do lúdico, com propostas de gamificação que estimulam a competição e a interação entre os alunos tem se mostrado uma ferramenta eficiente para contribuir com o aprendizado dos estudantes (JANGO; FARIA; STORNILO, 2019; MELLO; PEREIRA; RODRIGUES, 2019).

É importante acrescentar que a inclusão da abordagem focada em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) pode contribuir para o letramento científico, pois é caracterizada por uma visão integrada da ciência, em detrimento da abordagem tradicional, fragmentada por disciplinas e conteúdos (FERNANDES; PIRES; IGLESIAS, 2018). A interação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente proporcionada pelo ensino CTSA pode capacitar o aluno para tomar decisões coletivas relacionadas a ciência e a tecnologia em seu cotidiano, reconhecendo o seu impacto e os seus aspectos éticos (STRIEDER; KAWADURA, 2017).

Nesse sentido, a Ecotoxicologia é um campo multidisciplinar da ciência que estuda os efeitos nocivos das substâncias químicas no meio ambiente e nos organismos associados a ele, favorecendo, portanto, a abordagem CTSA como forma de promover a Educação Científica (SILVA, 2007). Isso acontece, pois, essa temática permite a compreensão da ciência e do método científico por meio da observação de experimentos que levam o aluno a refletir sobre o uso correto de produtos que contenham determinadas substâncias químicas. Portanto, o aluno aprenderá não só a avaliar e mensurar a toxicidade de uma substância, mas também refletirá sobre o uso e o impacto dessas substâncias no meio ambiente e na sociedade, atendendo as expectativas da abordagem CTSA.

Dessa forma, acreditamos que para acontecer um letramento científico efetivo nas escolas, é preciso deixar a metodologia tradicional em segundo plano e incentivar a utilização de ferramentas de Educação Científica, e o uso de metodologias ativas e estratégias lúdicas em uma abordagem CTSA. Assim, espera-se que os alunos desenvolvam habilidades como o raciocínio lógico, o pensamento



crítico e a consciência social. Essas habilidades permitem que o aluno compreenda melhor a ciência e a sua importância, podendo contribuir para a sua inserção na sociedade como profissionais qualificados e indivíduos conscientes, atendendo as demandas do mundo globalizado em que vivemos (OLIVEIRA, 2013). Apesar da importância do desenvolvimento dessas habilidades, ainda há uma limitação na implementação da Educação Científica nas escolas, associada a exigência de infraestrutura (por exemplo, laboratórios) ou a necessidade do deslocamento dos alunos para museus de ciências e planetários (ROITMAN, 2007). Isto evidencia a necessidade de encontrar uma forma de promover a Educação Científica que não dependa de uma infraestrutura específica ou do deslocamento dos alunos, o que permitirá contemplar um maior número de alunos e de instituições de ensino.

Diante de todo o cenário apresentado, este trabalho buscou desenvolver um jogo educativo, chamado Ciência na Escola, que pode ser replicado sem limitações estruturais e de deslocamento, podendo se tornar uma importante ferramenta para promover o letramento científico dos estudantes a partir da associação entre o lúdico, a abordagem CTSA e o protagonismo do aluno. A partir dessa premissa, este artigo apresentará o jogo Ciência na Escola e as suas regras, bem como a avaliação da sua efetividade como ferramenta para promover a Educação Científica com alunos do Ensino Médio.

METODOLOGIA

Este estudo buscou contribuir para o letramento científico de alunos da Educação Básica e foi realizado em duas etapas. A primeira etapa consistiu no desenvolvimento de um jogo de Educação Científica denominado de Ciência na Escola, tendo como público alvo alunos do Ensino Médio. A segunda etapa consistiu em verificar a efetividade deste jogo como uma ferramenta de Educação Científica. Para isso foram analisados questionários comparativos, aplicados antes e após a realização do jogo com 170 alunos de oito diferentes escolas de Curitiba - PR. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná (UFPR) sob o número CAEE 71475817.8.0000.0102 e aprovado com o parecer 2.224.172. Esta pesquisa apresenta natureza aplicada, sendo do tipo quali-quantitativa.

Etapa 1 – Desenvolvimento do jogo ciência na escola

O jogo Ciência na Escola será apresentado ao longo desta seção, em quatro subtópicos: Descrição do Jogo (Quadro 1), Contribuição Pedagógica, Materiais do Jogo (Figuras 1 - 4, Quadros 2 - 5) e Instruções para Jogar, no qual pode ser encontrado o manual de instruções, detalhando o tempo recomendado e a atuação do professor e dos alunos em cada etapa deste jogo (Quadro 6).

Descrição do Jogo

Ciência na Escola é um jogo educativo, suportado por recursos lúdicos e audiovisuais, no qual os alunos se movem ao longo do tabuleiro, conforme executam as ações pré-definidas no jogo. O professor atua como mediador direcionando as regras e as tarefas a serem executadas em cada etapa do jogo. Para a aplicação do jogo são necessárias duas aulas de 50 minutos. Caso preciso, o jogo pode ser interrompido após a Casa 05 (Hipotetizando & Experimentando).

Para utilizar o jogo, o professor deverá, primeiramente, imprimir um kit do aluno por equipe (total de 04 equipes). Na sequência, deve recortar este material, de modo a separar as fichas para que sejam distribuídas no decorrer do jogo. Cada kit é composto por: 01 Tabuleiro com 11 casas; 01 ficha de respostas; 01 história em quadrinhos; 01 ficha de questionamento; 04 fichas de fundamentação; 01 ficha de hipotetizando e experimentando; 03 fichas de resultados; 03 fichas de análise do resultado e 01 ficha de conclusão. Além disso, o docente deve imprimir uma cópia do *Quiz* que ficará sob sua responsabilidade para ser realizado no final do jogo.



Durante o jogo, em cinco momentos, os alunos precisarão tomar decisões ou responder a perguntas, pontuando em caso de acerto, de acordo com o descrito no Quadro 1. A equipe vencedora será a que somar mais pontos durante o jogo. Todos os materiais do jogo, bem como as respostas adequadas a serem escolhidas em cada etapa podem ser encontradas no subtópico de material do jogo.

Quadro 1 – Critérios de pontuação do jogo Ciência na Escola.

Etapa	Critério de Pontuação	Pontuação
Questionamento	Escolher o questionamento adequado	10 pontos
Hipotetizando & Experimentando	Escolher a hipótese/experimento adequados	15 pontos
Resultado	Interpretar o resultado corretamente	10 pontos
Conclusão	Identificar corretamente as afirmações	25 pontos (5 cada)
Quiz	Escolher a alternativa correta.	40 pontos (4 cada)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Contribuição Pedagógica

A contribuição pedagógica do jogo Ciência na Escola consiste em auxiliar no letramento científico de alunos do Ensino Médio de escolas brasileiras, independentemente de suas condições de infraestrutura ou localização. A temática escolhida para o desenvolvimento deste jogo foi a Ecotoxicologia, especificamente, a partir da abordagem de um problema de contaminação ambiental ocasionado pelo uso incorreto de agrotóxicos. Essa temática facilita a abordagem CTSA e permitiu que abordássemos neste estudo a importância do método científico, as suas etapas e aplicações, além do impacto socioambiental causado por contaminantes ambientais.

Nossa proposta buscou utilizar recursos lúdicos e audiovisuais como suporte para implementação da Educação Científica nas escolas. Nesse sentido, utilizamos a gamificação, a partir de um jogo de tabuleiro, que, além de apresentar as etapas do método científico por meio do ensino por investigação, incluía dois recursos didáticos adicionais. O primeiro, uma história em quadrinhos utilizada para ilustrar a situação problema do jogo. A história em quadrinhos “O Mistério das Plantas Medicinais” foi produzida pelos autores utilizando o programa *Storyboard That* (www.storyboardthat.com).

O segundo recurso utilizado foi um vídeo, acessível por *QR-CODE* ou por qualquer outro recurso audiovisual. Este vídeo foi desenvolvido para demonstrar como é realizado o teste do *Allium cepa*, que é um teste de análise ecotoxicológica, que, neste estudo, foi empregado para mostrar aos alunos como um experimento pode permitir responder à situação problema apresentada. Informações adicionais referentes a este teste podem ser obtidas no vídeo que faz parte deste jogo: <https://www.youtube.com/watch?v=HtwBJmMSfis>.

Material do Jogo

Neste subtópico apresentaremos todo o material necessário para a realização do jogo Ciência na Escola. Entre os materiais presentes em cada kit do aluno, temos o tabuleiro composto por 11 casas (Figura 1) e a história em quadrinhos (Figuras 2, 3 e 4) usada para apresentar a situação problema.



Figura 1: Tabuleiro do jogo Ciência na Escola. Fonte: Elaborado pelos autores.



CIÊNCIA NA ESCOLA: O MISTÉRIO DAS PLANTAS MEDICINAIS



Figura 2: História em Quadrinhos “O Mistério das Plantas Mediciniais” – Parte 1. Fonte: Elaborado pelos autores.

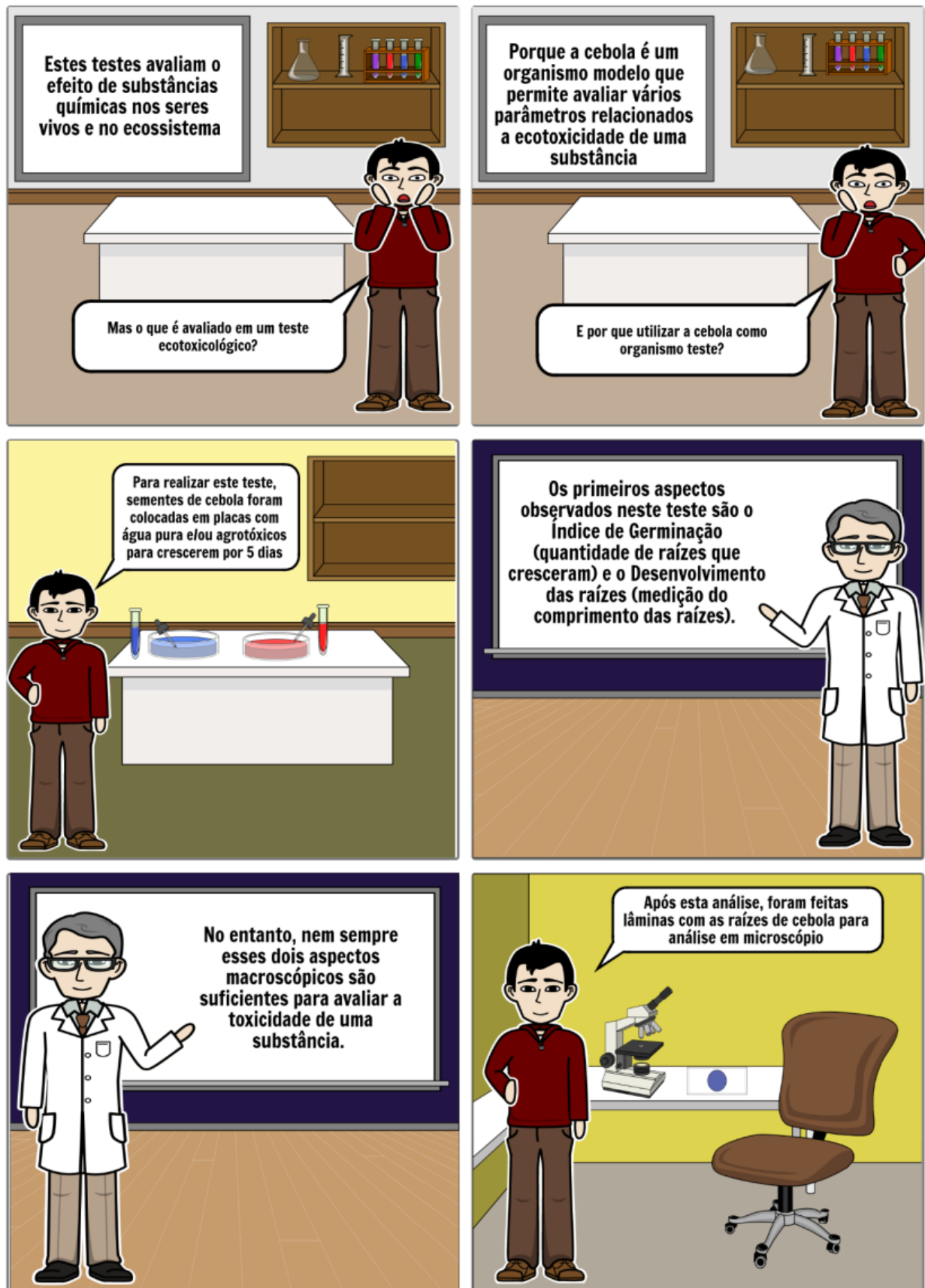


Figura 3: História em Quadrinhos “O Mistério das Plantas Medicinais” – Parte 2. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

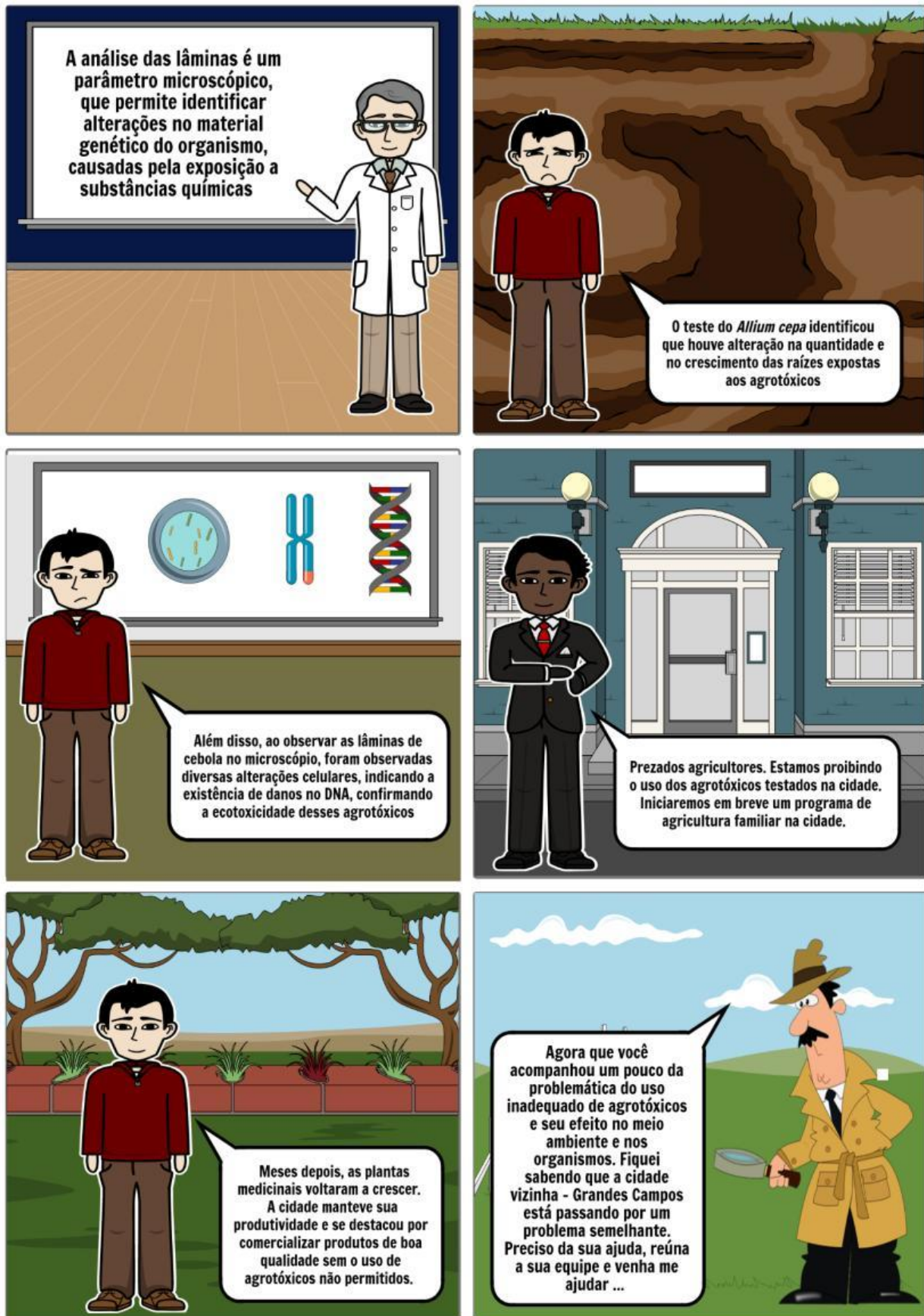


Figura 4: História em Quadrinhos “O Mistério das Plantas Medicinais” – Parte 3. Fonte: Elaborado pelos autores.



Além do tabuleiro e da história em quadrinhos, cada kit do aluno também inclui as fichas de questionamento, fundamentação, hipotetizando e experimentando, resultados, análise do resultado, conclusão e respostas (Quadros 2, 3 e 4). As fichas desses quadros devem ser recortadas e entregues individualmente, conforme indicado na seção de Instruções para jogar (Quadro 6).

Quadro 2: Fichas referentes a cada kit dos alunos do Jogo Ciência na Escola – Parte 1.

<p>Ficha 1 – Questionamento: Após a leitura da situação problema, indique qual é o principal questionamento a ser respondido?</p> <p>A – Por que eram utilizados agrotóxicos na cidade</p> <p>B – Por que os moradores estavam preocupados com as plantas medicinais</p> <p>C – Se os agrotóxicos estavam afetando as plantas medicinais</p>
<p>Ficha 2.1 – Fundamentação: Método Científico</p> <ul style="list-style-type: none">• A palavra ciência vem do latim <i>scientia</i> e significa conhecimento. A ciência contempla todo o conhecimento adquirido por meio de estudos e pesquisas que seguem uma metodologia específica.• A metodologia é essencial na ciência. O método científico refere-se a um conjunto de etapas que devem ser seguidas para a produção do conhecimento científico:<ol style="list-style-type: none">1. <i>Observação:</i> Consiste em identificar uma situação problema.2. <i>Questionamento:</i> Indicar qual é a principal questão a ser respondida.3. <i>Fundamentação Teórica:</i> Pesquisar informações relevantes sobre a situação problema.4. <i>Hipótese:</i> Elaborar uma explicação inicial para tentar responder ao questionamento.5. <i>Experimentação:</i> Desenvolver e executar um experimento para testar a sua hipótese.6. <i>Resultado e Análise:</i> Observar o resultado do experimento e analisar se ele aceita ou recusa a hipótese testada.7. <i>Conclusão:</i> Corresponde as principais consequências dos seus resultados.
<p>Ficha 2.2 – Fundamentação: Contaminação Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none">• A <i>contaminação ambiental</i> corresponde a alterações indesejáveis nas características físicas, químicas e biológicas do ar, da água ou do solo, que são prejudiciais aos organismos vivos – humanos, animais e plantas.• <i>Agrotóxicos</i> são produtos químicos utilizados no combate às pragas agrícolas, para garantir uma alta produtividade. O seu uso indevido contamina os solos.• <i>Pragas agrícolas</i> são organismos nocivos que prejudicam o desenvolvimento agrícola.• A avaliação da ecotoxicidade (se são ou não prejudiciais para o ambiente e organismos) destes produtos pode ser feita por meio de testes conduzidos em laboratório.• <i>É fundamental testar novos compostos/produtos antes de liberar seu uso</i>, para avaliar se estes não são tóxicos/prejudiciais ao meio ambiente e consequentemente para os seres vivos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3: Fichas referentes a cada kit dos alunos do Jogo Ciência na Escola – Parte 2.

<p>Ficha 2.3 – Fundamentação: Material Genético</p> <ul style="list-style-type: none">• O ácido desoxirribonucleico (DNA) é um composto orgânico que contém as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e o funcionamento de todos seres vivos.• O DNA é composto por nucleotídeos, formados por 3 moléculas: um grupo fosfato, um açúcar (desoxirribose) e uma base nitrogenada – adenina, guanina, citosina ou timina.• Os cromossomos são longas sequências de DNA, formadas por vários genes e outras sequências de nucleotídeos com funções específicas nas células dos seres vivos. A espécie humana possui 46 cromossomos, enquanto uma cebola apresenta apenas 16.• A exposição do material genético a substâncias tóxicas pode resultar em diferentes alterações. Essas alterações podem causar danos estruturais aos cromossomos (quebras, pontes) e até mesmo modificar o número de cromossomos (aneuploidias).



<p>Ficha 2.4 – Fundamentação: Teste do <i>Allium cepa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • O <i>Allium cepa</i>, conhecido popularmente como cebola, tem sido utilizado como sistema-vegetal na avaliação ecotoxicológica de diferentes substâncias/compostos, pois possui apenas 16 cromossomos, facilitando a avaliação de alterações em suas células. • Neste teste, as sementes de cebola são expostas durante 5 dias a substância que deseja ser testada - SUBSTÂNCIA TESTE ou TRATAMENTO e a água ultrapura – CONTROLE. • Na sequência são feitas várias análises para comparar a substância testada com a substância controle (a qual sabe-se que não apresenta alterações).
<p>Ficha 3 – Hipotetizando e Experimentando: Agora vocês devem associar a hipótese que consideram mais adequada para explicar se os agrotóxicos estão afetando as plantas medicinais. Cada hipótese está associada a um experimento para testá-la.</p> <p>Hipótese 1: O solo da mata próxima aos campos agrícolas onde são cultivadas as plantas medicinais foi prejudicado pelo uso inadequado de agrotóxicos. Como testar essa hipótese? Testar o efeito dos agrotóxicos sob o desenvolvimento de sementes de <i>Allium cepa</i> (cebola) e comparar com o desenvolvimento de sementes expostas a água ultrapura.</p> <p>Hipótese 2: O solo da mata próxima aos campos agrícolas estava cheio de pragas agrícolas que destruíram as plantas medicinais. Como testar essa hipótese? Coletar uma amostra do solo e realizar análises químicas e biológicas e compará-las com análises feita em uma região sem problema de produtividade.</p> <p>Hipótese 3: Devido as baixas temperaturas na cidade a produtividade das plantas medicinais foi comprometida na cidade, pois elas se desenvolvem melhor no calor. Como testar essa hipótese? Testar o crescimento das plantas medicinais em laboratório em diferentes faixas de temperatura.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 4: Fichas referentes a cada kit dos alunos do Jogo Ciência na Escola – Parte 3.

<p>Ficha 4.1 – Resultado H1 As sementes expostas aos agrotóxicos apresentaram menor taxa de crescimento e apresentaram maior número de alterações celulares</p>	<p>Ficha 4.2 – Resultado H2 Não foram encontradas evidências de pragas agrícolas nas amostras. No entanto foram identificadas substâncias químicas na amostra da cidade.</p>	<p>Ficha 4.3 – Resultado H3 Não houve variação no crescimento das plantas em diferentes temperaturas.</p>							
<p>Ficha 5.1 – Análise RH1 Parabéns. A sua hipótese foi aceita. Os agrotóxicos utilizados afetaram o desenvolvimento das plantas.</p>	<p>Ficha 5.2 – Análise RH2 Sua hipótese foi recusada. Foram os agrotóxicos utilizados que afetaram o desenvolvimento das plantas (Hipótese 1).</p>	<p>Ficha 5.3 – Análise RH3 Sua hipótese foi recusada. Foram os agrotóxicos utilizados que afetaram o desenvolvimento das plantas (Hipótese 1).</p>							
<p>Ficha 6 – Conclusão: Assinale V ou F para as conclusões e reflexões apresentadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É importante identificar claramente qual é o questionamento em uma situação problema. A partir dele se deve elaborar e testar uma hipótese. 2. A escolha de uma hipótese incorreta impossibilita uma descoberta científica. 3. O uso indevido dos agrotóxicos na cidade prejudicou o desenvolvimento das plantas medicinais. 4. Os agrotóxicos utilizados na cidade eram prejudiciais ao meio ambiente. Apesar disso, nem todos os agrotóxicos são prejudiciais. No entanto, é importante testá-los antes de utilizar. 5. O teste do <i>Allium cepa</i> não foi uma ferramenta útil para avaliar a toxicidade dos agrotóxicos. 									
Ficha de Respostas									
Etapas		Alternativa			PERGUNTAS				
Questionamento	A	B	C	Ficha de Respostas	1	2	3	4	5
Hipot/ Exper.	1	2	3		6	7	8	9	10
Resultado	Sim	x	Não		PONTUAÇÃO TOTAL				
Conclusão (V/F)	1	2	3		4	5			

Fonte: Elaborado pelos autores.



As escolhas corretas, que dão pontos para os alunos são: Questionamento – C; Hipotetizando e Experimentando – 1; Resultado – Em caso de escolha da hipótese 1: Sim. Em caso de escolha das hipóteses 2 e 3: Não; Conclusão – 1) V, 2) F, 3) V, 4) V e 5) F.

O último material do Jogo Ciência na Escola a ser apresentado é o *Quiz* (Quadro 5). Estas cartas ficam em posse do professor, não estando presentes no kit dos alunos. O gabarito correspondente as perguntas do *Quiz*, apresentadas a seguir pelo Quadro 5 é: 1 – B, 2 – C, 3 – C, 4 – A, 5 – C, 6 – B, 7 – B, 8 – B, 9 – A, 10 – A.

Quadro 5: Quiz para o jogo Ciência na Escola.

1 – A palavra ciência deriva do latim <i>scientia</i>. Qual seu significado? a – pesquisa b – conhecimento c – metodologia
2 – O que um pesquisador deve fazer, quando após a realização de um experimento, a sua hipótese inicial não for validada? a – Repetir o experimento b – Desistir da pesquisa c – Elaborar uma nova hipótese
3 – A contaminação ambiental corresponde a alterações: a – Nas características físicas, químicas e biológicas do ar, água ou solo. b – Que afetam o meio ambiente e os seres vivos. c – As alternativas a e b estão corretas.
4 – São produtos químicos utilizados para proteger e aumentar a produtividade do solo: a – Agrotóxicos b – Pragas agrícolas c – Testes de Ecotoxicidade
5 – Qual a importância de testar novos produtos antes de liberar sua utilização? a – Verificar se não são prejudiciais para o meio ambiente b – Verificar se não são prejudiciais para os seres vivos c – Verificar se não são prejudiciais para o meio ambiente e para os seres vivos.
6 – São longas sequências de DNA, formados por vários genes e outras sequências de nucleotídeos com funções específicas nas células dos seres vivos: a – Alelos b – Cromossomos c – Genes
7 – Quantos cromossomos são encontrados em uma célula de cebola: a – 08 b – 16 c – 46
8 – Qual é o nome científico da cebola? a – <i>Onium cepa</i> b – <i>Allium cepa</i> c – <i>Cebollium domesticus</i>
9 – Uma das vantagens do teste do <i>Allium cepa</i> é: a – permite a avaliação de diferentes parâmetros b – não requer um laboratório para a sua realização c – tem softwares automatizados que realizam a análise das lâminas
10 – Em qual horário do dia, as raízes de <i>Allium cepa</i> costumam ser fixadas? a – Entre 11h e 12h b – Entre 16h e 17h c – Entre 20h e 21h

Fonte: Elaborado pelos autores.

Instruções para jogar

Para dar o início ao jogo Ciência na Escola, o professor deverá dividir a turma em quatro equipes e passar as seguintes informações gerais para os estudantes: 1) Todas as equipes se movem pelo tabuleiro ao mesmo tempo; 2) As ações a serem desempenhadas pelas equipes serão informadas pelo professor quando as equipes avançarem a casa seguinte do tabuleiro; e 3) As escolhas feitas pela equipe no decorrer do jogo devem ser registradas na ficha de respostas.

A ficha de respostas será utilizada para contabilizar a pontuação e determinar a equipe vencedora, conforme critérios apresentados anteriormente no Quadro 1. As instruções detalhadas para a realização do jogo, indicando para o professor as ações a serem desempenhadas por ele e pelos alunos em cada etapa podem ser observadas no Quadro 6. Cabe destacar que o professor deve recolher as fichas que estão com as equipes ao fim de cada etapa, antes de entregar as novas fichas. Somente a ficha de respostas deve ficar com a equipe durante todo o jogo.



Quadro 6: Instruções para aplicação do jogo Ciência na Escola.

Casa	Ação	Tempo
1	O professor realiza a divisão das equipes, apresenta as informações gerais para os estudantes e entrega a Ficha de Respostas para cada equipe.	5 min.
2	O professor entrega a história em quadrinhos para leitura dos alunos.	15 min.
3	O professor entrega a ficha de questionamento (Ficha 1) para cada equipe. Os alunos devem debater e registrar a escolha da equipe na ficha de respostas.	5 min.
4	O professor entrega as fichas de fundamentação (Ficha 2) para leitura dos grupos. Todos os alunos devem ler todas as quatro fichas de fundamentação.	15 min.
5	O professor inicia discutindo os conceitos de hipótese e experimento, e depois entrega a ficha de hipotetizando & experimentando (Ficha 3) para as equipes debaterem, escolherem e registrarem a decisão na ficha de respostas. Hipótese: Provável explicação de um pesquisador para um fenômeno. Experimento: Realização de um procedimento para verificar uma hipótese.	10 min.
6	O professor entrega a carta de resultado da hipótese (Ficha 4) escolhida na etapa anterior. A equipe só deve registrar na ficha de respostas se o resultado encontrado aceita ou recusa a hipótese escolhida por eles.	5 min.
7	O professor deve explicar aos alunos que a recusa de uma hipótese não deve fazer o pesquisador desistir da pesquisa, mas sim buscar novas hipóteses e testar novos experimentos. Na sequência, entregar para as equipes, a ficha de análise do resultado (Ficha 5) da hipótese escolhida pela equipe anteriormente.	5 min.
8	Os alunos devem assistir ao vídeo por meio de qualquer recurso audiovisual. Link do vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=HtwBJmMSfis	8 min.
9	O professor entrega a ficha de conclusão (Ficha 6) para as equipes, que devem debater e registrar as suas respostas. Ao final, o professor deve debater com os alunos sobre cada uma das cinco conclusões/reflexões.	8 min.
10	O professor realiza o Quiz. As equipes devem registrar as respostas.	20 min.
11	O Professor contabiliza os pontos e anuncia a equipe vencedora.	4 min.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Etapa 2 – Avaliação da efetividade do jogo como ferramenta de educação científica

A metodologia utilizada para verificar a efetividade do jogo Ciência na Escola como ferramenta de Educação Científica será apresentada nesta seção, em 3 subtópicos, que compõem o desenho da nossa investigação: Hipótese, Contexto de Avaliação e Instrumentos de Avaliação.

Hipótese

Este estudo hipotetiza que o jogo Ciência na Escola é uma ferramenta eficiente de Educação Científica para alunos do Ensino Médio, contribuindo para o seu letramento científico.

Contexto de Avaliação

Este jogo foi aplicado para 170 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de oito escolas estaduais de Curitiba - PR, durante o segundo semestre de 2019. Dentre os alunos, 97 eram do sexo masculino e 73 do sexo feminino. Foi observado que algumas escolas eram mais bem equipadas que outras, ou seja, possuíam laboratórios de ciências e/ou sala de vídeo. Apesar disso, as escolas com laboratórios enfrentavam a falta de reagentes ou equipamentos estragados. Dessa forma, utilizamos o mesmo cenário para aplicação do jogo nas oito escolas: a própria sala de aula de cada turma. É importante destacar esta informação, pois o jogo Ciência na Escola objetiva ser uma proposta que permita promover a Educação Científica em todas as escolas, independentemente de sua infraestrutura.



Instrumentos de Avaliação

O primeiro instrumento de avaliação utilizado para avaliar a efetividade deste jogo como ferramenta de Educação Científica foi a comparação de questionários de diagnóstico, compostos pelas mesmas seis questões, que foram respondidas antes (pré-teste) e após (pós-teste) a realização do jogo. O pós-teste incluiu uma questão adicional (questão 7) relacionada as impressões dos alunos quanto a aplicabilidade do jogo. Um registro de observações, de falas e ações dos alunos, realizado durante o jogo foi empregado como um segundo instrumento de avaliação. Este registro é uma análise complementar a análise dos questionários e também contribuiu para a demonstração da efetividade do jogo Ciência na Escola.

O Quadro 7 apresenta as questões presentes nos questionários e indica os tipos das questões (A- ordenar as etapas, B - discursiva, C - múltipla escolha e D - concordo ou discordo). Neste quadro também é possível visualizar o método de descrição e análise de dados (% - frequência percentual, X^2 - teste do qui quadrado). O teste estatístico do X^2 foi realizado em algumas das variáveis que, quando apresentadas em frequência percentual, sugeriam uma forte mudança de concepção dos alunos após a realização do jogo. Valores de $p < 0,05$ indicam resultados significativos.

Quadro 7: Descrição das questões presentes nos questionários de diagnósticos aplicados antes e após a realização do jogo.

Descrição da Questão	TQ	%	X^2
1 - Ordene as oito etapas do método científico:	A	X	X
2 - Você comeu coxinha e bebeu suco feito com água da torneira. O que você pode fazer para investigar se algo que você ingeriu causou a diarreia?	B	X	X
3 - O que um cientista deve fazer quando após realizar um experimento, não confirmar a explicação prévia que ele tinha para um questionamento?	C	X	X
4 - Você conhece um cientista pessoalmente?	C	X	X
5 - Quais afirmações correspondem à realidade dos cientistas?	C	X	-
6 - Como o conhecimento científico pode ajudar na sua vida?	C	X	-
7* - Avalie o Jogo Ciência na Escola em relação a diversos fatores:	D	X	-

Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** TQ - Tipo de questão, A - Ordenar, B - Discursiva, C - Múltipla escolha, D - Concordar ou Discordar; (%) análise percentual, (X^2) teste do qui-quadrado; (X) presente; (-) ausente, (*) questão presente somente no pós-teste.

A primeira questão considerou o número de acertos de cada aluno em relação as oito etapas do método científico, podendo ser de 0 até 8 acertos por aluno. A segunda questão, por ser discursiva, foi corrigida utilizando o seguinte critério: (1) Inadequada: O aluno não utilizou o conhecimento científico em sua resposta; (2) Parcial: O aluno utilizou conhecimento científico em sua resposta, mas não propôs um experimento capaz de averiguar a questão proposta; (3) Adequada: O aluno utilizou o conhecimento científico e propôs um experimento capaz de averiguar a situação problema. Nesta questão, levamos em conta se o aluno era capaz de relacionar a palavra investigar com a necessidade de propor um experimento e a sua capacidade em desenvolver um experimento que permitisse averiguar a situação.

Nas demais questões, foi levado em conta se o estudante assinalou ou não determinada alternativa. Para facilitar a interpretação e a discussão dos resultados, as questões foram divididas em três categorias. A primeira categoria foi relacionada com o conhecimento do método científico e da aplicabilidade da pesquisa (questões 1, 2 e 3). A segunda categoria observou a visão dos alunos sobre o cientista e em relação a ciência (questões 4, 5 e 6). A terceira categoria, presente somente no pós-teste, analisou as ferramentas utilizadas pelo jogo Ciência na Escola (questão 7).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do jogo Ciência na Escola aconteceu de forma tranquila em todas as oito escolas, sendo possível realizar todo o jogo na própria sala de aula. Foi observado que todos os 170 alunos conseguiram compreender a dinâmica do jogo e realizar as atividades propostas. A proposta do jogo, que estimulava uma competição por pontos entre as equipes, fez com que até mesmo os alunos mais agitados e que inicialmente pudessem parecer desinteressados tenham participado da atividade de forma satisfatória. A dedicação dos estudantes resultou em um ótimo desempenho de todas as equipes no jogo, com as pontuações variando entre 85 e 100 pontos.

Foi observado que poucos alunos, aproximadamente 10%, optaram por assistir ao vídeo em seus celulares a partir do *QR-CODE*. Este baixo percentual parece estar associado ao fato de que muitos alunos desconheciam essa ferramenta ou não tinham acesso à internet na escola. Dessa forma, nas oito escolas foi necessário reproduzir o vídeo por meio de algum recurso audiovisual (por exemplo, TV *Pen Drive*, Projetor ou *Notebook*).

A aplicação dos questionários, utilizada como um dos instrumentos para avaliar a efetividade deste jogo aconteceu sem nenhum problema. Todos os alunos responderam aos questionários, antes e após a realização do jogo. A partir desses dados e da observação de falas e ações dos alunos enquanto jogavam foi possível verificar se o jogo contribuiu para a compreensão dos estudantes em relação ao método científico e a aplicabilidade da pesquisa e para reduzir estereótipos relacionados a ciência e ao cientista. Além disso, estes dados trouxeram um *feedback* dos alunos quanto as ferramentas utilizadas pelo jogo Ciência na Escola. Cada um desses aspectos será discutido de forma mais aprofundada nos tópicos a seguir.

O método científico e a aplicabilidade da pesquisa

O teste aplicado antes da realização do jogo mostrou que a maioria dos alunos não possuía uma boa compreensão sobre o método científico e sobre a importância e aplicabilidade da pesquisa. Tal verificação se deu por meio de três questões que serão discutidas nesta seção. Portanto, na primeira questão, que considerou o número de acertos dos alunos em relação a sequência correta das oito etapas do método científico, observamos que no pré-teste nenhum aluno conseguiu acertar totalmente a esta sequência. No entanto, após a realização do jogo, quase 30% dos alunos acertaram a sequência das oito etapas do método científico. Além disso, no pós-teste houve um aumento do número de alunos que identificaram corretamente mais de quatro etapas, e conseqüentemente uma redução do número de estudantes que acertaram menos de quatro etapas (Tabela 1).

Tabela 1 – Percentual de acerto dos alunos em relação a sequência das etapas do método científico antes e após a realização do jogo Ciência na Escola.

Nº de etapas identificadas corretamente	Antes do Jogo	Após o Jogo
0	15,5%	0,5%
1	31%	4,5%
2	27,5%	13,5%
3	16,5%	10%
4	6%	13%
5	3%	15%
6	0,5%	16%
7	0%	0%
8	0%	27,5%

Fonte: Dados dos autores.

Estes dados mostram a evolução no reconhecimento das etapas do método científico pelos alunos após a realização do jogo. Durante o jogo, os alunos passaram por todas as etapas do método



científico, executando tarefas em cada uma delas. Isto parece ter contribuído para que os estudantes compreendessem a sequência de etapas do método científico e tivessem um maior número de acertos nesta questão. Esta evolução, mensurada pelo aumento dos percentuais de acerto, é importante, pois compreender as etapas do método científico é fundamental para o seu entendimento e para que o aluno passe a utilizá-lo em seu cotidiano. Tal afirmação é corroborada, pois, durante a realização do jogo, alguns alunos comentavam com seus colegas que tinham invertido a ordem de algumas etapas do método científico no pré-teste. Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018) também obtiveram êxito ao promover a Educação Científica, demonstrando a importância e as etapas do método científico.

No entanto, mais importante do que o aluno conhecer as etapas do método científico é ele ser capaz de utilizá-lo na solução de problemas. Para isso, a segunda questão apresentava uma situação problema, para verificar se os alunos eram capazes de relacionar a palavra investigar com a necessidade de propor um experimento para solucionar a situação problema.

Foi observado que antes da realização do jogo, menos de 20% dos alunos foram capazes de responder a esta questão adequadamente. Dentre os demais, a metade foi capaz de utilizar algum conhecimento científico, mas que não permitia a solução da situação problema apresentada pelo próprio aluno, por depender de terceiros para a sua realização (por exemplo, ir ao médico fazer exames, mandar a água para análise). A outra metade não foi capaz de desenvolver uma resposta com qualquer embasamento científico, utilizando o achismo (por exemplo, acho que foi a água da torneira, acho que foi a coxinha pois não como sempre) e o senso comum (por exemplo, acho que foi misturar os alimentos, deitar após comer) na tentativa de solucionar o problema. No entanto, este cenário foi alterado após a realização do jogo (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparativo das respostas dos alunos na segunda questão do questionário aplicado.

Classificação da Resposta	Antes do Jogo	Após o Jogo
Inadequada	41%	9%
Parcial	42%	19%
Adequada	17%	72%

Fonte: Dados dos autores.

Estes dados mostram que após a realização do jogo, o número de alunos que responderam adequadamente a esta questão quadruplicou (de 17% para 72%, $X^2 = 61,24$, $p < 0,01$). Além disso, durante as discussões realizadas pelas equipes ao longo do jogo, foi possível observar que os conceitos de hipótese e experimento haviam sido compreendidos. Esta observação foi confirmada pelo fato de que durante o jogo, todas as equipes escolheram a hipótese correta, assim como o experimento que permitia chegar à solução da situação problema apresentada. Dessa forma, o número de estudantes capazes de compreender estes conceitos e de relacionar a palavra investigar do enunciado com a necessidade de propor um experimento aumentou após a realização do jogo.

A importância do jogo para minimizar a confusão entre os conceitos de hipótese e de experimento, que foi observada no pré-teste, foi evidenciada por meio de uma discussão muito positiva acerca desses conceitos em uma das turmas. Dois estudantes perceberam que haviam respondido à questão inadequadamente e reportaram ao seu grupo, dando início ao diálogo abaixo:

Estudante 1: “Eu coloquei que eu achava que o que tinha feito mal era o suco, porque eu não costumo beber água da torneira. Mas na verdade, isso não me ajuda a investigar nada”

Estudante 2: “Eu coloquei que a coxinha tinha feito mal, por terem usado um ingrediente estragado, mas agora eu também acho que isso não responde à pergunta”

Estudante 3: “Para você descobrir o que fez mal, você precisa comer novamente”

Estudante 4: “Eu não vou comer de novo, mas daria o suco para outra pessoa tomar”

Estudante 5: “Na verdade, poderíamos dar o suco para uma pessoa e a coxinha para outra e observar se alguma delas passaria mal”



Estudante 1: “É, isso sim seria uma forma de investigar o que fez passar mal”

Estudante 2: “Mas e se ninguém passar mal?”

Estudante 3: “Então pode ser que o que tenha feito mal seja a mistura das duas coisas”

O diálogo supracitado e os resultados da Tabela 2 sugerem que o jogo contribuiu para aumentar o número de alunos capazes de identificar, pensar sobre e propor uma forma de averiguar uma situação problema utilizando o conhecimento científico. Isto sugere que o jogo educou cientificamente estes estudantes, pois segundo Roitman (2007) e Oliveira (2013), apenas alunos letrados cientificamente são capazes de utilizar o conhecimento científico em seu cotidiano.

A compreensão do método científico e a habilidade de usar o conhecimento científico no cotidiano permitem que o aluno perceba a importância da pesquisa para a sociedade e como ela pode ser realizada. No entanto, além de entender a sua importância e as suas etapas, também é fundamental que os estudantes sejam capazes de saber o que fazer diante de imprevistos e problemas que podem acontecer durante a execução de uma pesquisa.

Nesse sentido, a terceira questão buscou verificar se os alunos eram capazes de identificar corretamente o que um cientista deve fazer quando não obtém os resultados esperados. Foi observado que antes da execução do jogo, a maioria dos alunos (69%) já respondia a esta questão corretamente. Apesar disso, após a realização do jogo, houve um aumento significativo no número de estudantes (de 69% para 85%, $X^2 = 7,23$, $p = 0,01$) capazes de identificar corretamente que, após a recusa de uma hipótese, o cientista deve continuar com a sua pesquisa, mas alterando a metodologia (Tabela 3).

Tabela 3 – O que um cientista deve fazer ao ter sua hipótese recusada.

Alternativa Escolhida	Pré	Pós	X^2	p
O resultado inesperado foi ao acaso, sem explicação científica	8%	4%	1,42	0,23
Continuar com a pesquisa, mantendo a metodologia utilizada	21%	11%	3,72	0,06
Continuar com a pesquisa, alterando a metodologia utilizada	69%	85%	7,23	0,01*
Desistir da pesquisa	2%	0%	2,02	0,15

Fonte: Dados dos autores

Estes dados indicam que a realização do jogo contribuiu para aumentar o número de alunos capazes de perceber que a recusa de uma hipótese não impede a realização de uma pesquisa, mas que deve impactar na escolha de uma nova hipótese e experimento. Nesse sentido, a discussão promovida durante o jogo, sobre a análise dos resultados foi importante para que os estudantes compreendessem que caso tivessem escolhido uma hipótese e um experimento que não respondessem à situação problema apresentada, eles poderiam tentar novamente, escolhendo uma nova hipótese e um novo experimento. Este entendimento é importante para que eles compreendam que o conhecimento científico é produzido a partir de tentativas, estando sujeito a novas descobertas e a mudanças, sendo importante conhecer o processo que leva a construção do saber (SANTOS, 2007; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007).

Portanto, as respostas dadas a estas três questões, em conjunto com as falas e ações dos estudantes enquanto jogavam, sugerem que o jogo Ciência na Escola contribuiu para que os alunos participantes melhorassem a sua compreensão acerca do método científico e da importância e aplicabilidade de uma pesquisa. Isso permitiu que os estudantes fossem capazes de reconhecer as etapas do método científico, elaborar hipóteses e propor experimentos. Tais habilidades são importantes para que os alunos sejam capazes de utilizar o conhecimento científico em seu cotidiano, o que sugere que se tornaram letrados cientificamente, e por consequência que o jogo foi uma ferramenta de educação científica eficiente.

A visão sobre o cientista e a ciência



Foi verificado por meio dos dados obtidos no pré-teste, que a maioria dos estudantes tinha uma visão estereotipada sobre os cientistas. O primeiro indicativo para isso foi observado na quarta questão, na qual a maioria dos alunos afirmava não conhecer um cientista pessoalmente (Tabela 4).

Tabela 4 – Respostas dadas a questão “Você conhece um cientista pessoalmente?”.

Alternativa Escolhida	Pré	Pós	X ²	p
Sim	14%	56%		
Não	86%	44%	65,17	<0,0001*

Fonte: Dados dos autores

Estes dados mostram que o percentual de alunos que afirma conhecer pessoalmente um cientista quadruplicou após a aplicação do jogo (Tabela 4). Esse aumento significativo foi atestado pela realização do teste do qui-quadrado, uma vez que muitos alunos que inicialmente disseram não conhecer um cientista pessoalmente, responderam após a aplicação do jogo que na verdade eles conheciam. Isto sugere que a visão inicial dos alunos sobre os cientistas era incompatível com a realidade e que foi alterada com a realização do jogo. Esse ponto de vista foi reforçado por um segundo indicativo, avaliado na quinta questão, na qual os alunos indicavam com quais concepções prévias em relação aos cientistas eles concordavam (Tabela 5).

Tabela 5 – Concepções dos alunos em relação da imagem de um cientista.

Concepção Prévia	Pré	Pós
É um indivíduo do sexo masculino	38%	17%
São pessoas famosas (Einstein) presentes nos livros didáticos	20%	8%
É possível desenvolver talento e habilidade para ser cientista	82%	91%
No Brasil existem poucos cientistas e pesquisas relevantes	60%	47%
É um indivíduo comum que vive em nosso meio e faz pesquisa	52%	78%

Fonte: Dados dos autores.

Após a aplicação do jogo, as concepções estereotipadas que os alunos possuíam sobre os cientistas diminuíram. O número de alunos que consideravam que os cientistas só poderiam ser homens ou pessoas famosas foi reduzido pela metade. Além disso, o percentual de alunos que veem o cientista como um indivíduo comum aumentou de 52% para 78%. Portanto, é possível que por conta dessa visão estereotipada, muitos alunos não foram capazes de reconhecer inicialmente que os cientistas estão presentes em nossa sociedade e que eles os conheciam. Para confirmar esse raciocínio, questionamos alguns estudantes sobre a mudança dessa resposta:

Estudante 6: “Eu nunca tinha parado para pensar que meus professores que estudaram Biologia e Química também podiam ser considerados cientistas, e de acordo com o que eu aprendi com o jogo e com o vídeo eles também são ou foram em algum momento cientistas”

Estudante 7: “Para mim cientista eram os senhores de cabelo branco que aparecem no livro didático ou nos desenhos, com jaleco, explodindo alguma coisa e com cara de louco”

Estudante 8: “Eu não fazia a mínima ideia do que era um cientista. Os meus amigos têm pais advogados, vendedores, professores, dentistas. Nunca disseram que eram filho de cientista”

As falas e respostas dadas pelos estudantes corroboram com a visão estereotipada que os alunos têm dos cientistas, incluindo características como o sexo masculino, trabalhar sozinho, cabelo em pé, usar óculos, pessoa mais velha, já reportadas anteriormente (BULDU, 2006). No entanto, mudar essa concepção é importante, pois acreditando que os cientistas são pessoas que fazem parte do seu cotidiano, os alunos tendem a se sentirem mais motivados a compreender a ciência, ficando mais próximos de se tornarem letrados cientificamente (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2018). Portanto, o jogo Ciência na Escola também contribuiu para aproximar da realidade a visão dos estudantes sobre os cientistas, contribuindo com a educação científica dos estudantes.



Tão importante quanto compreender o papel do cientista na sociedade, é entender como a ciência pode contribuir com a vida das pessoas. Nesse sentido, a sexta questão verificou a percepção dos alunos sobre a importância e as contribuições do conhecimento científico para sua vida (Tabela 6).

Tabela 6 – Como o conhecimento científico pode contribuir com a sua vida.

Contribuição	Pré	Pós
Aprovação no vestibular	42%	46%
Suporte para solução de problemas cotidianos	56%	72%
Interpretação de notícias envolvendo a ciência	43%	64%
Auxilia na tomada de decisões	62%	80%
Não contribui	7%	5%

Fonte: Dados dos autores

Estes dados indicam que um maior número de alunos passou a reconhecer a importância do conhecimento científico para solucionar problemas do cotidiano, interpretar notícias envolvendo a ciência e para tomar decisões. Ao serem questionados, os estudantes ponderaram que o fato de o jogo utilizar o método científico para solucionar um problema do cotidiano contribuiu para minimizar a dificuldade que eles tinham em relacionar o conhecimento científico com a sua aplicação prática no cotidiano, o que subestimava sua importância. Esta mudança de pensamento é importante, pois a partir do letramento científico espera-se que os alunos utilizem a ciência no seu cotidiano e na sociedade (SANTOS, 2007; OLIVEIRA, 2013).

Avaliação das ferramentas utilizadas no jogo Ciência na Escola

Por fim, a sétima questão, presente somente no pós-teste, mostra que o jogo Ciência na Escola foi bem avaliado em todos os aspectos pelos estudantes participantes (Tabela 7).

Tabela 7: Avaliação de diferentes aspectos do jogo Ciência na Escola.

Aspecto Avaliado	Concordo	Discordo
Utilizar um tema do cotidiano ajudou a entender o conteúdo	98%	2%
Utilizar um jogo de tabuleiro ajudou a entender o conteúdo	94%	6%
As discussões em grupo me ajudaram a solucionar o problema	86%	14%
Utilizar história em quadrinhos ajudou a entender a problemática	94%	6%
O vídeo de um experimento aumentou meu interesse pela ciência	78%	22%
A atividade me fez pensar em perguntas e me senti curioso	76%	24%

Fonte: Dados dos autores

Estes dados mostram que todos os aspectos do jogo Ciência na Escola foram bem avaliados pelos alunos, variando entre 76% e 98% de aprovação. A utilização de um jogo de tabuleiro foi acertada, uma vez que os alunos reportaram que o formato do jogo facilitou o aprendizado, pois conforme avançavam no tabuleiro e executavam uma nova tarefa, eles aprendiam uma nova etapa do método científico. Além disso, a disputa por pontos motivou os estudantes a se dedicarem durante toda a atividade, conforme observado até mesmo durante a leitura da fundamentação teórica. Eles também elogiaram a escolha de um tema do cotidiano (problemas ambientais) e a utilização de recursos lúdicos e visuais (história em quadrinhos e vídeo) para que se interessassem pela atividade e conseguissem aprender ciência brincando. Nesse sentido, este estudo corroborou com a experiência positiva de outros autores quanto a utilização de temas do cotidiano (PEREIRA; TEIXEIRA, 2019), de jogos e recursos visuais como estratégia positivas para o ensino de ciências (SOUZA, 2014).

As discussões em grupo foram consideradas positivas por 86% dos estudantes. A participação ativa de todos os membros da equipe, debatendo entre si sobre as escolhas a serem realizadas foi observada durante a atividade, justificando o alto percentual de alunos que consideraram este fator como importante para solucionar a situação problema apresentada. Além disso, essa atividade



incentiva o protagonismo dos estudantes, ao fazer com que os alunos construam o conhecimento por meio de uma discussão em grupo, fato já reportado na literatura como fundamental para o aprendizado (BISSOLI; SANTOS; CONDE; 2018).

Além disso, verificamos que 78% dos alunos consideram que a utilização do vídeo de um experimento aumentou seu interesse pela ciência, e que 76% deles afirmam que a atividade os fez pensar e estimulou a sua curiosidade. Estes dois aspectos são indicadores importantes do êxito do jogo Ciência na Escola, pois mostram que o objetivo de tornar a ciência mais interessante e estimular o raciocínio científico atingiu mais de $\frac{3}{4}$ dos alunos.

Por fim, pode se dizer que o jogo Ciência na Escola se mostrou uma ferramenta de Educação Científica efetiva para os alunos do Ensino Médio que participaram da sua aplicação, sendo bem aceito e avaliado positivamente pelos estudantes. A partir das observações realizadas durante o jogo (falas e ações dos alunos) e da análise comparativa de questionários (pré- e pós-teste), foi observado que os alunos passaram a compreender melhor o método científico, o papel da ciência, o desenvolvimento de uma pesquisa, além de desmistificar estereótipos em relação ao cientista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo Ciência na Escola cumpriu o seu objetivo de ser uma ferramenta de educação científica que pudesse ser utilizada em qualquer escola do Brasil, sem depender de grandes investimentos ou de uma infraestrutura específica para sua aplicação. É perceptível que após terem jogado Ciência na Escola, os alunos passaram a ter uma melhor compreensão da ciência, do cientista e do método científico, inclusive o utilizando na solução de problemas. Além disso, os alunos foram capazes de planejar experimentos e avaliar seus resultados, demonstrando o desenvolvimento de habilidades, como o raciocínio lógico e o pensamento crítico. Isto é importante, pois mostra que o jogo atingiu seu objetivo de ser uma ferramenta de Educação Científica efetiva, fazendo com que a ciência seja compreendida de uma forma que torne o aluno letrado cientificamente, como esperado pelas diretrizes da BNCC e pelo PISA. Adicionalmente, a avaliação positiva do jogo feita pelos alunos sugere que a temática abordada (Ecotoxicologia) e a utilização de recursos lúdicos e visuais (história em quadrinhos, jogo, vídeo sobre experimento) foram escolhas acertadas para esta atividade.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesses neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PROAP – Código Financeiro 001) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e bolsas fornecidas a RSF e KMGO.

REFERÊNCIAS

- BECKER, T. T. O., PASCHOALI, D. R. O processo educativo e a teoria das inteligências múltiplas: Uma nova perspectiva a partir de Gardner, **Semic**, v.1, p.1-10, 2016.
- BISSOLI, A. C. F., SANTOS, G. A.; CONDE, S. J. Learning Material Design for Teaching Genetics while implementing Flipped Classroom. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 13, p. 474-484, 2018.



- BULDU, M. Young children's perceptions of scientists: a preliminary study. **Educational Research**, v.48, n.1, p.121-132, 2006.
- FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. R. Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.23, n.2, p.256-290, 2018.
- FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; IGLESIAS, J. D. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6ºano de escolaridade. **Ciência & Educação**, v.24, n.4, p.875-890, 2018.
- GOLDBACH, T.; SARDINHA, R.; DYZARS, F.; FONSECA, M. Problemas e Desafios para o Ensino de Genética e temas afins no Ensino Médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal. **VII Enpec**, 2009.
- JANGO, A. A.; FARIA, L. B.; STORNILOLO, J. P. A. O aniversário da escola e a física: conectando ciência à vida de alunos do ensino fundamental. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 03, n. 01, p. 100-112, 2019.
- MEC. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular** - Ensino Médio. MEC, 2018.
- MELLO, C. G.; PEREIRA, A.; RODRIGUES, D. C. G. A. Jogo cooperativo como uma proposta lúdica no ensino de ciências ambientais - por uma ética do cuidado. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 03, n. 02, p. 53-68, 2019.
- OECD Indicators. (2018). PISA 2018 results. *OECD Publishing*. Disponível em: <<https://www.oecdilibrary.org/docserver/5fo7c754en.pdf?expires=1576555887&id=id&accname=guest&checksum=CC37DDECADD4E446F0477F3876A67567>>. Acesso em: xx mar. 2020.
- OLIVEIRA, C. I. C. A educação científica como elemento de desenvolvimento: uma perspectiva de construção científica. **Revista Ensaio**, v.15, n.2, p.105-122, 2013.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem: texto introdutório**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.
- PEREIRA, J. C.; TEIXEIRA, M. R. F. Alfabetização científica e o ensino de ciências nos anos iniciais: slogan ou realidade escolar? **Debates em Educação**, v.11, n.24, p.474-494, 2019.
- ROITMAN, I. Educação científica: quanto mais cedo melhor. **Revista da Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular**, v.1, p.1-21, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p.474-492, 2007.
- SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p.157-181, 2007.
- SILVA, J. O uso do ensaio cometa para o ensino de genética toxicológica. **Genética na Escola**, v.2, n.2, p.30-33, 2007.
- SOUZA, R. W. L. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **Revista Eletrônica de Biologia**, vol.7, p. 124-142, 2014.
- STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Capa**, v. 10, n.1, p. 27-56, 2017.



Ronaldo dos Santos Filho: Graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pelas Faculdades Integradas Espírita (2010). Especialista em Conservação da Natureza e Educação Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2012), Mestre (2016) e Doutor (2020) em Genética pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Tem experiência como professor de Ciências e Biologia na Educação Básica. Atualmente, é pós-doutorando, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Genética da UFPR. Atua nas seguintes linhas de pesquisa: Ecotoxicologia e Divulgação Científica – Laboratório de (Eco)Toxicologia In Vitro; Desenvolvimento de ferramentas para o Ensino de Genética e de Educação Científica – Laboratório de Educação Científica (LEC).

E-mail: ronaldosantof90@gmail.com

Ketelen Michele Guilherme de Oliveira: Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Universidade Estadual do Paraná (2016). Mestre em Genética (2020) pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente, é doutoranda, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Genética da UFPR. Atua nas seguintes linhas de pesquisa: Ecotoxicologia, Mutagênese Ambiental e Divulgação Científica – Laboratório de (Eco)Toxicologia In Vitro. E-mail: ketelenguiloliveira@hotmail.com; ORCID: 0000-0001-6831-8195.

Luciane Viater Tureck: Graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal do Paraná (2008). Realizou Mestrado (2011), Doutorado (2015) e Pós-doutorado (2017) em Genética pela mesma instituição. Atualmente, é professora adjunta da UFPR – Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Genética e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Genética. Atua nas seguintes linhas de pesquisa: Doenças complexas e Polimorfismos genéticos – Laboratório de Polimorfismos e Ligação; e Educação para a Ciência – Laboratório de Educação Científica (LEC).

E-mail: luviater@gmail.com

Lupe Furtado Alle: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná, com Mestrado e Doutorado em Genética, também pela UFPR. Atualmente é professora associada e foi Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Genética da UFPR (PPG-GEN de 2015 a 2019). Em 2017 foi Coordenadora de tutoria de curso de Especialização em Genética para professores do Ensino Médio (UAB). Também já foi coordenadora e participante de vários cursos de extensão para capacitação de professores do ensino básico (fundamental e médio). Foi fundadora do Laboratório de Educação Científica (LEC) em 2013, que atualmente pertence à linha de pesquisa de Educação Científica do PPG-GEN. Atua também como pesquisadora e orientadora de mestrado e doutorado na linha de pesquisa de doenças complexas, desde 2008. Atualmente, é chefe do Departamento de Genética da UFPR.

E-mail: lupealle@gmail.com

Daniela Morais Leme: Graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (2005). Realizou Mestrado (2007), Doutorado (2010) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela mesma instituição. Realizou doutorado sanduiche na Agência de Proteção Ambiental Alemã (UBA, 2009). Realizou Pós-doutorado na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP-USP) (2011-2014) com período de estágio pós-doutorado no exterior (BASF SE, Alemanha, 2011). Atualmente, é professora adjunta da UFPR – Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Genética e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Genética. Filiada ao Instituto Nacional de Tecnologias Alternativas para Detecção, Avaliação Toxicológica e Remoção de Contaminantes Emergentes e Radioativos (INCT-DATREM), Instituto de Química, Araraquara, SP, Brasil. Orientadora de trabalhos de mestrado e doutorado, atua nas seguintes linhas de pesquisa: (Eco)toxicologia, Métodos alternativos a experimentação animal, Educação para a ciência – Laboratório de (Eco)Toxicologia In Vitro.