

RPG (ROLE-PLAYING GAME) COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: A QUÍMICA DOS ATERROS SANITÁRIOS COMO CONTEXTO PARA A MOBILIZAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO MÉDIO

**RPG (ROLE-PLAYING GAME) AS A DIDACTIC STRATEGY FOR CHEMISTRY
TEACHING: THE CHEMISTRY OF LANDFILLS AS A CONTEXT FOR THE
MOBILIZATION OF CRITICAL THINKING IN HIGH SCHOOL**

Ciências Exatas e da Terra • 15/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/786772978](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/786772978)

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O ensino de Química no Ensino Médio frequentemente enfrenta o desafio de superar a memorização acrítica de fórmulas e reações. Este artigo analisa a aplicação de um jogo de interpretação de papéis (*Role-Playing Game* - RPG) como estratégia didática contextualizada na química dos aterros sanitários. O objetivo foi mobilizar o pensamento crítico de estudantes do Ensino Médio por meio da resolução de um problema socioambiental simulado. A pesquisa quanti-qualitativa utilizou a análise de conteúdo para avaliar a evolução conceitual e argumentativa dos alunos. Os resultados indicaram que a imersão nos papéis sociais favoreceu a compreensão de processos como a metanogênese e a lixiviação, além de desenvolver a capacidade de tomada de decisão fundamentada. Conclui-se que o RPG atua como uma ferramenta metodológica ativa eficaz, integrando conceitos científicos à formação cidadã.

Palavras-chave: Ensino de Química; RPG Didático; Aterros Sanitários; Pensamento Crítico.

ABSTRACT

Chemistry teaching in high school often faces the challenge of overcoming the uncritical memorization of formulas and reactions. This paper analyzes the application of a Role-Playing Game (RPG) as a contextualized didactic strategy centered on the chemistry of landfills. The objective was to mobilize high school students' critical thinking through the resolution of a simulated socioenvironmental problem. The quantitative-qualitative research used content analysis to evaluate the students' conceptual and argumentative evolution. The results indicated that immersion in social roles favored the understanding of processes such as methanogenesis and leaching, besides developing the capacity for grounded decision-making. It is

concluded that the RPG acts as an effective active methodological tool, integrating scientific concepts into citizenship education.

Keywords: Chemistry Teaching; Didactic RPG; Landfills; Critical Thinking.

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Necessidade de Contextualização no Ensino de Química

O Ensino Médio brasileiro passa por reformulações que exigem metodologias capazes de conferir sentido prático e social ao conhecimento científico. Santos e Schnetzler (2010) apontam que a fragmentação dos conteúdos químicos afasta o estudante da realidade, gerando desinteresse. A abordagem de temas socioambientais complexos surge como uma via para a contextualização defendida pelas diretrizes curriculares nacionais.

Além disso, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), a educação deve estar pautada na contextualização e interdisciplinaridade. Dessa forma, o ensino deve articular as diversas disciplinas. No entanto, enquanto a contextualização parece ser algo mais fácil de desenvolver, poucos profissionais conseguem adequar sua disciplina a um ensino interdisciplinar, muitas vezes por desconhecer modos de inserir outras disciplinas no objeto de estudo de sua área.

Há muitos anos os jogos vêm sendo utilizados por profissionais ligados à educação como um grande aliado para a construção educacional, pois desenvolve a expressão oral, a imaginação e a criatividade (OLIVEIRA, 2005; RODRÍGUEZ, 2007 e SOARES, 2008).

No âmbito da educação científica, o *Roleplaying Game* (RPG) destaca-se como um recurso pedagógico altamente eficaz, capaz de harmonizar as expectativas e os anseios de docentes e discentes (MARCATTO, 1996; NASCIMENTO JR.; PIETROCOLA, 2005; AMARAL, 2008). De acordo com Marcatto (1996), essa metodologia atua diretamente na motivação em sala de aula, despertando o interesse e a atenção ativa dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Além disso, Nascimento Jr. e Pietrocola (2005) ressaltam o potencial do jogo em promover o engajamento estudantil por meio de uma abordagem prática e imersiva. No RPG, o jogador não é um mero espectador, mas um participante ativo, que como ator, representa um papel e como roteirista, escolhe os caminhos que vai trilhar tomando decisões nem sempre previstas pelo mestre o que contribui enormemente para a recriação da aventura.

O Role Playing Game é uma brincadeira de contar histórias. Mas uma brincadeira levada a sério por seus jogadores. Nesse jogo, todos os participantes devem ajudar a construir uma história, a qual se dá o nome de aventura. Na maioria das vezes, cada jogador é responsável por um personagem da aventura. Assim, ele deve falar pelo personagem, informar a ação que ele deseja fazer, e buscar atingir as metas daquele personagem que está sob seus cuidados (AMARAL, 2013, p. 9).

Nesse contexto, conforme Cavalcanti (2018), o Role Playing Game é um jogo em que personagens são criados e interpretados pelos jogadores que os personificam, abstraindo mesmo que momentaneamente a realidade e passando a incorporar uma vida fictícia, no caso, a de seu personagem. É um jogo colaborativo, em que os participantes devem trabalhar em conjunto para superar

situações que surgem durante o jogo, tornando-se, portanto, um modelo de jogo muito bom para ser utilizado em sala de aula, posto que estimula o trabalho em cooperação em vez de competição.

Por fim, o uso dessa estratégia viabiliza a construção de práticas interdisciplinares, permitindo a conexão e a integração de conteúdos de diferentes áreas do conhecimento em uma mesma atividade didática (AMARAL, 2008).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2. A Química dos Aterros Sanitários Como Tema Gerador

Os resíduos sólidos urbanos representam um grave problema de saúde pública e gestão ambiental (Figura 1). A transformação da matéria orgânica em um aterro sanitário engloba reações químicas complexas que servem como um riquíssimo laboratório conceitual. De acordo com Tchobanoglous, Theisen e Vigil (1993), a degradação biológica e química da matéria orgânica ocorre em fases distintas:

1. **Fase Aeróbia Inicial:** O oxigênio residual consome-se rapidamente, convertendo compostos orgânicos em CO_2 e H_2O .
2. **Fase Acidogênica:** Bactérias anaeróbias transformam carboidratos, proteínas e lipídeos em ácidos graxos voláteis (AGV), reduzindo o pH do meio.
3. **Fase Metanogênica:** Microrganismos arqueanos convertem os ácidos e o hidrogênio em metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2).

As equações simplificadas da quebra da glicose ($C_6H_{12}O_6$) ilustram o processo anaeróbico e a posterior formação de biogás:



Além do biogás, a percolação da água de chuva dissolve substâncias orgânicas e inorgânicas, gerando o **necrochorume** ou **lixiviado**. Este efluente possui alta Demanda Química de Oxigênio (DQO) e metais pesados (como Pb^{2+} , Cd^{2+} e Cr^{3+}), exigindo processos de oxidação avançada e precipitação química para o seu tratamento adequado (ESTEVEZ et al., 2014).

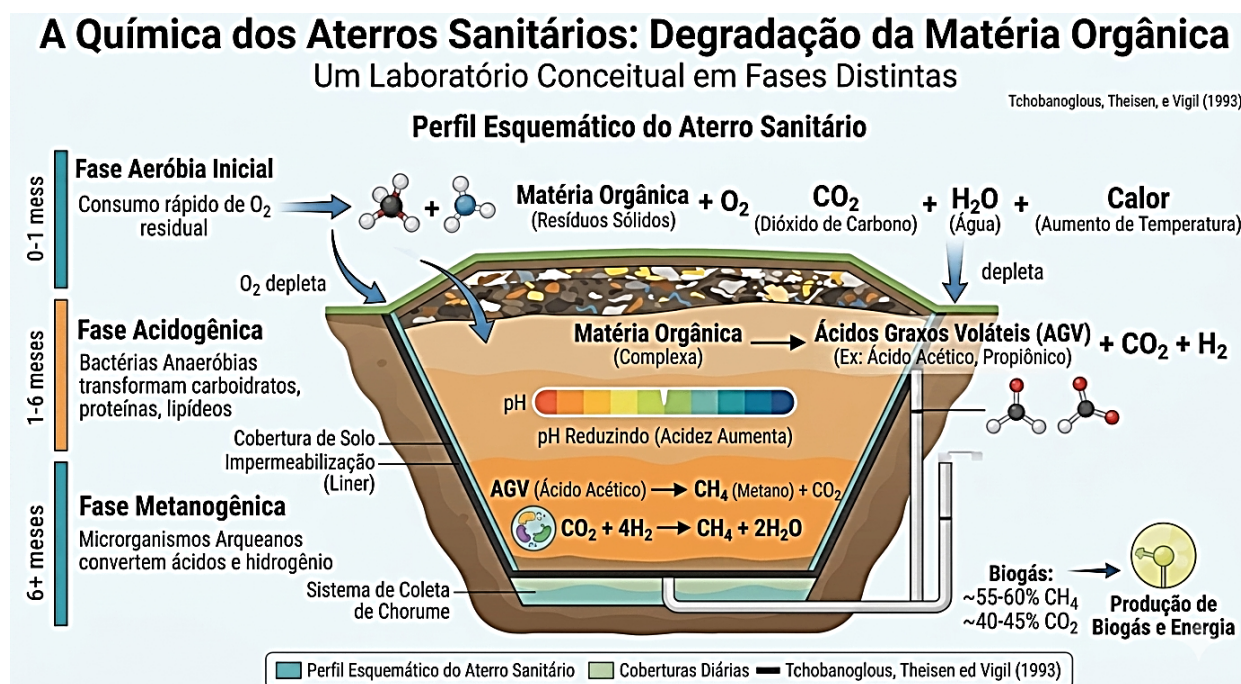


Figura 1. A Química de aterros sanitários: degradação da matéria orgânica.

Fonte: TCHOBANOGLIOUS, THEISEN & VIGIL (1993)

2.3. O RPG Didático e a Mobilização do Pensamento Crítico

O *Role-Playing Game* (RPG), quando transposto para o ambiente escolar, transforma-se em um espaço de simulação e argumentação. Conforme Kishimoto (1994), o jogo pedagógico equilibra a função lúdica e a função educativa. Ao assumirem papéis de cientistas, gestores públicos, cidadãos afetados e empresários, os

estudantes enfrentam conflitos de interesse que não possuem resposta única.

Essa dinâmica mobiliza o **Pensamento Crítico**, definido por Ennis (1985) como um pensamento reflexivo focado em decidir em que acreditar ou o que fazer. No ensino de ciências, o pensamento crítico é estimulado quando o aluno precisa coletar dados conceituais (cinética química, estequiometria, equilíbrios ácido-base), avaliar sua confiabilidade e usá-los para defender uma posição em um debate estruturado (VIEIRA & VIEIRA, 2016).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem **quanti-qualitativa** do tipo participativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). A intervenção foi realizada com 35 estudantes de uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola de Programa Ensino Integral (PEI) da rede estadual de São Paulo.

3.1. Estrutura do RPG Didático

O jogo, intitulado "*O Dilema de Valeverde*", foi estruturado em quatro etapas principais, baseando-se no modelo de design de jogos educativos proposto por Savi e Ulbricht (2008):

1. **Etapla 1: Ambientação e Alocação de Papéis (2 h/aula):**

Apresentação do cenário problemático (a saturação do aterro da cidade fictícia de Valeverde (Figura 2) e a contaminação de um lençol freático local). Os alunos foram divididos em 5 grupos representando diferentes atores sociais:

- Grupo A: Engenheiros Químicos da Empresa de Saneamento.

- • Grupo B: Ativistas da ONG Ambiental "Vida Verde".
- • Grupo C: Moradores do bairro vizinho ao aterro.
- • Grupo D: Vereadores da Comissão de Meio Ambiente da Câmara.
- • Grupo E: Representantes das Indústrias Locais.



Figura 2. Arte criada pelos estudantes a fim de representar a cidade fictícia de Valeverde.

Fonte: Os autores

2. Etapa 2: Investigação Científica (4 h/aula): Pesquisa orientada em laboratório de informática e biblioteca sobre os parâmetros químicos do aterro (pH, decomposição anaeróbia, geração de metano, tratamento do chorume por Fenton, e toxicidade de metais pesados).

3. Etapa 3: A Audiência Pública (2 h/aula): Simulação real do debate. Cada grupo teve tempos estipulados para apresentar

propostas de mitigação com base nos seus interesses e nos dados químicos coletados.

4. Etapa 4: Debriefing e Avaliação (2 h/aula): Desconstrução dos personagens e fechamento conceitual conduzido pelo professor (Figura 3).

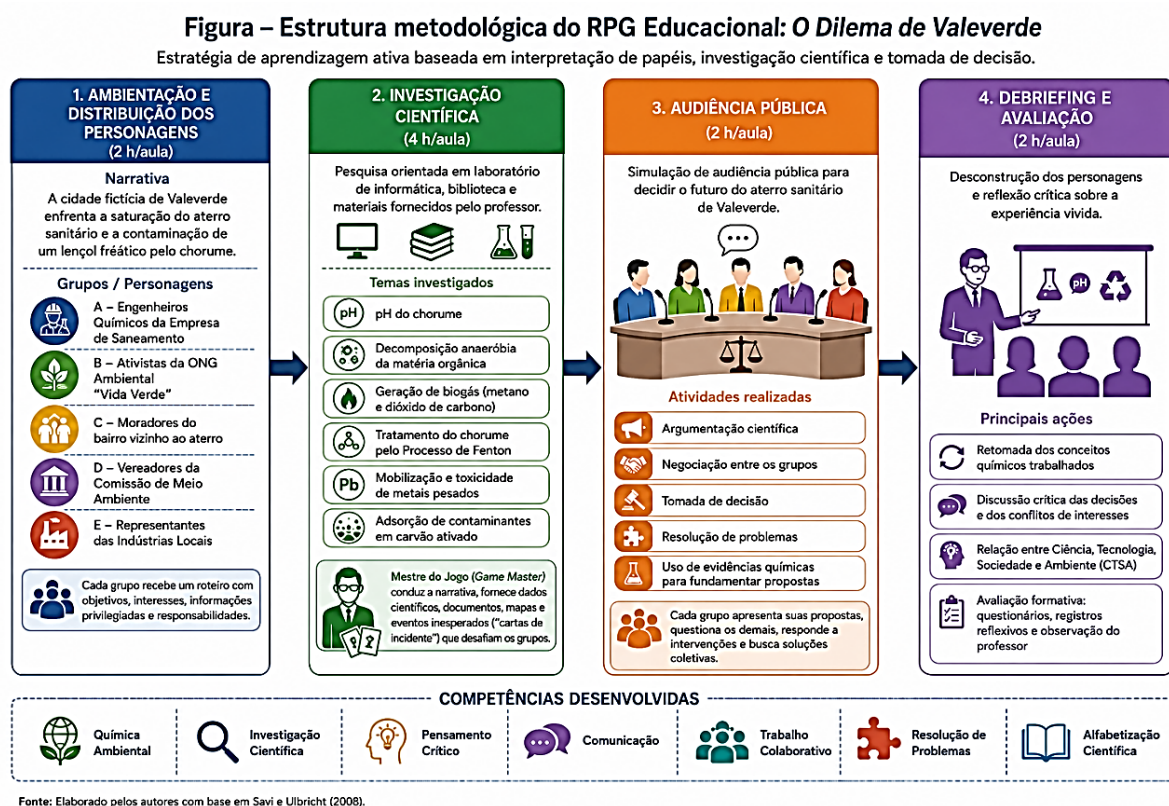


Figura 3. Implementação do RPG didático "O dilema de Valeverde".

Fonte: SAVI & ULBRICHT (2008).

3.2. Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

Os dados foram coletados por meio de:

- **Pré-teste e Pós-teste:** Questionários idênticos aplicados antes e depois da atividade para quantificar o ganho de conhecimento químico.
- **Gravação em áudio e vídeo da Audiência Pública:** Transcritas e submetidas à Análise de Conteúdo de Bardin (2011) para

identificar os indicadores de pensamento crítico (Clareza, Avaliação de Evidências, Formulação de Argumentos).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Evolução Cognitiva e Conceitual

A análise estatística dos questionários (pré e pós-teste) demonstrou uma evolução perceptível no domínio das interações químicas presentes no ecossistema de um aterro. A Tabela 1 abaixo resume o percentual de acertos dos estudantes por tópicos específicos:

Tabela 1. Análise estatística dos questionários (pré e pós-teste) e evolução conceitual.

Tópico Químico Avaliado	% de Acertos (Pré-Teste)	% de Acertos (Pós-Teste)	Ganho Conceitual Líquido
Reações Anaeróbias e Estequiometria do (CH₄)	22%	78%	+56%
Variação de pH e Formação de Ácidos Voláteis	35%	85%	+50%
Solubilidade de Metais Pesados e Complexação	14%	63%	+49%
Processos Oxidativos no Tratamento do Chorume	8%	54%	+46%

Fonte: Os autores.

Os dados obtidos por meio da aplicação dos questionários diagnósticos (Tabela 1) revelam uma **evolução conceitual expressiva** em todos os tópicos químicos avaliados. O contraste entre os índices de acerto no pré-teste e no pós-teste evidencia a eficácia da abordagem didática implementada para a superação de concepções alternativas e para a consolidação de saberes complexos associados à química ambiental e de processos (Figura 4).

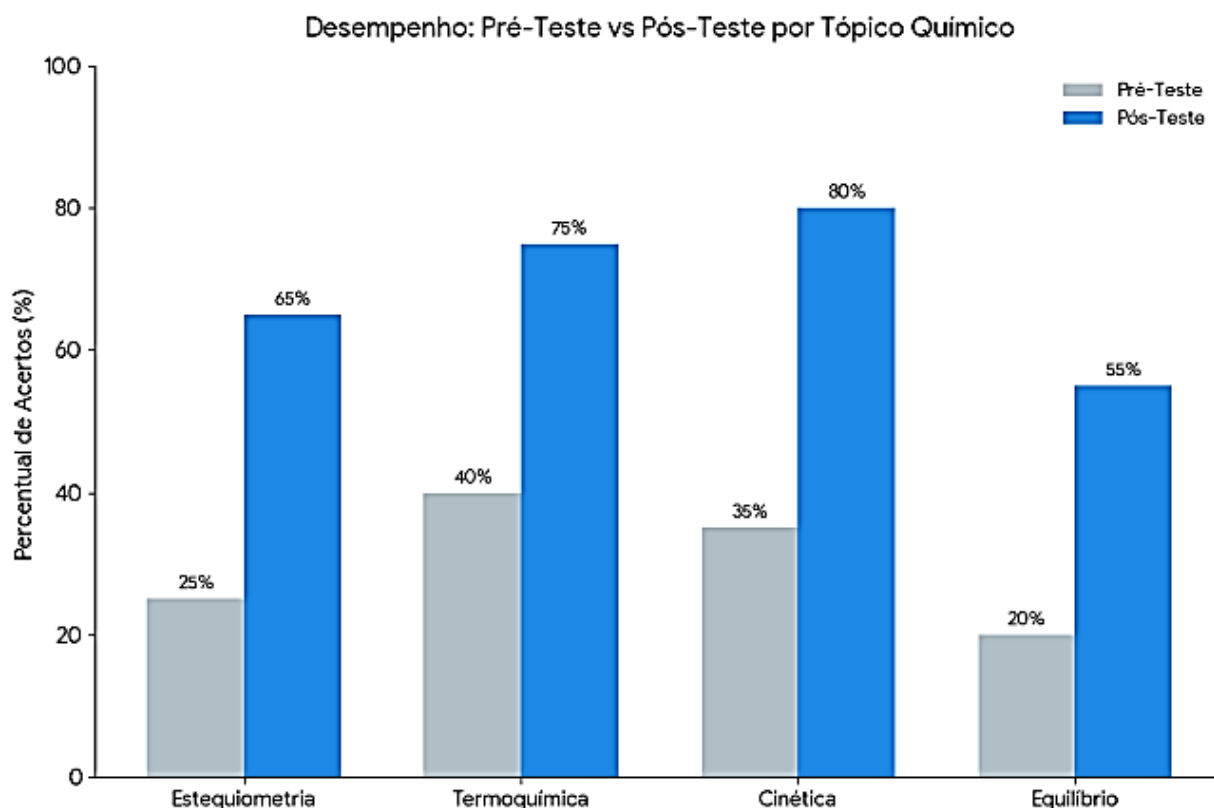


Figura 4. Dados obtidos por meio da aplicação dos questionários diagnósticos.

Fonte: Os autores

1. Visão Geral da Evolução Conceitual

O rendimento médio global no pré-teste situou-se em patamares criticamente baixos (média de 19,75% de acertos), o que reflete uma lacuna cognitiva prévia substancial nos estudantes acerca das reações e dinâmicas químicas operantes em sistemas de tratamento de resíduos e efluentes. Em contrapartida, a avaliação somativa pós-teste demonstrou um salto qualitativo robusto, atingindo uma média geral de 70% de acertos.

O **ganho conceitual líquido** variou entre +46% e +56%, indicando que a transposição didática operou de forma homogênea e bem-sucedida em diferentes níveis de complexidade química.

2. Análise Estruturada por Tópicos Químicos

- **Reações Anaeróbias e Estequiometria do (CH_4):** Este tópico apresentou o **maior ganho conceitual líquido (+56%)**, evoluindo de 22% para 78% de acertos. Inicialmente, os estudantes demonstravam dificuldades em correlacionar os processos de oxirredução biológica com as relações estequiométricas quantitativas de conversão de matéria orgânica em metano gasoso. O expressivo avanço indica que os discentes compreenderam a conservação de massa e o balanço de elétrons que regem as rotas metabólicas anaeróbias (fases acidogênica e metanogênica).
- **Variação de pH e Formação de Ácidos Voláteis:** Registrou um ganho de **+50%**, atingindo o maior índice absoluto de acertos no pós-teste (**85%**). A compreensão do equilíbrio ácido-base em sistemas dinâmicos — como a geração de ácidos graxos voláteis (AGVs) e sua influência direta no pH do meio — foi eficientemente assimilada. O resultado sugere que os alunos superaram a visão puramente fenomenológica do pH, conectando-o matematicamente e quimicamente à capacidade de tamponamento do sistema.
- **Solubilidade de Metais Pesados e Complexação:** Embora partisse de um patamar inicial muito baixo (14%), obteve um ganho líquido de **+49%**, finalizando com 63% de acertos. Trata-se de um tópico de elevada abstração, que exige o domínio

simultâneo de constantes de produto de solubilidade (Kps) e equilíbrios de formação de complexos (coordenação). A evolução demonstra que os alunos passaram a compreender como a especiação química e a variação de pH alteram a mobilidade e a toxicidade de cátions metálicos no ambiente.

- **Processos Oxidativos no Tratamento do Chorume:** Este domínio registrou o cenário inicial mais crítico, com apenas **8% de acertos**, o que denota o desconhecimento quase total das reações de oxidação avançada (como os Processos Oxidativos Avançados - POAs) aplicadas à degradação de recalcitrantes. No pós-teste, o índice saltou para **54% (ganho de +46%)**. Apesar de ser o menor percentual final absoluto da tabela — sugerindo que a complexidade dos mecanismos de radicais livres ($\cdot\text{OH}$) e reações de Fenton ainda impõe barreiras de aprendizagem —, o ganho líquido convalida uma evolução cognitiva altamente significativa.

3. Implicações Pedagógicas e Conclusão dos Dados

A assimetria positiva observada nos dados do pós-teste ratifica que a metodologia empregada promoveu uma **aprendizagem significativa** (no sentido conceitual de Ausubel, 1980). Os alunos deixaram de memorizar definições isoladas para articular conceitos fundamentais de química geral (estequiometria, equilíbrio químico, pH, solubilidade e oxirredução) em um contexto tecnológico e ambiental complexo e interdisciplinar (o tratamento de efluentes e chorume).

Os dados revelam que conceitos abstratos, como os equilíbrios de solubilidade de metais em diferentes faixas de pH, ganharam

contornos práticos durante o jogo. Inicialmente, apenas 14% compreendiam a mobilidade dos cátions metálicos. No pós-teste, a maioria correlacionou que o pH ácido da fase acidogênica favorece a lixiviação desses poluentes para o lençol freático. O gráfico a seguir ilustra a distribuição de notas gerais da turma antes e após a aplicação do RPG, evidenciando o deslocamento da curva de desempenho dos estudantes para níveis mais elevados de proficiência (Figura 5).

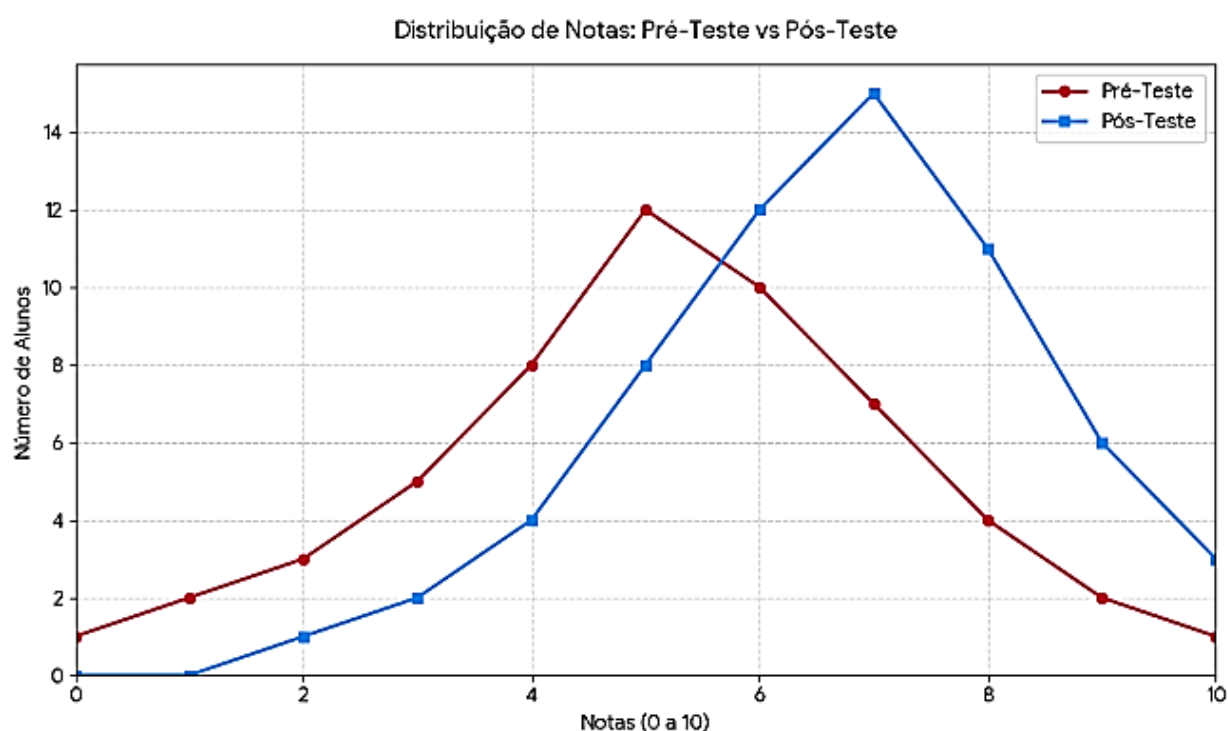


Figura 5. Distribuição de notas gerais da turma antes e após a aplicação do RPG.

Fonte: Os autores

4.2. Mobilização do Pensamento Crítico na Argumentação

Durante a simulação da Audiência Pública, observou-se a ativação das categorias de pensamento crítico propostas por Vieira e Vieira (2016). Os estudantes não recorreram apenas ao senso comum; usaram a linguagem química para validar suas reivindicações políticas e sociais (Figura 6).



Figura 6. Momentos pedagógicos: simulação de audiência pública; monitoramento ambiental e análise do pH do chorume em laboratório.

Fonte: Os autores

No trecho de transcrição abaixo, nota-se a interação argumentativa fundamentada entre os grupos:

Estudante 1 (Morador - Grupo C): "Não podemos aceitar que a prefeitura apenas amplie o aterro. O cheiro de ovo podre (H_2S) e o risco do metano explodir são reais. O lençol freático está ácido e destruindo nossas plantas!"

Estudante 2 (Engenheiro - Grupo A): "Entendemos a preocupação, mas o pH do lixiviado tende a se estabilizar próximo à neutralidade quando a fase metanogênica se consolida. Além disso, propomos a instalação de queimadores de biogás para converter o (CH_4), cujo potencial de efeito estufa é 25 vezes maior que o do (CO_2), em dióxido de carbono e água através da combustão completa."

O argumento do Grupo A demonstra a articulação precisa entre noções de impacto ambiental e reações de oxirredução (combustão), evidenciando o nível mais alto de pensamento crítico: a **tomada de decisão baseada em evidências científicas** (ENNIS, 1985). Os moradores (Grupo C), por sua vez, refutaram a proposta exigindo testes de Demanda Química de Oxigênio (DQO) contínuos para garantir que os compostos orgânicos refratários estivessem sendo degradados.

5. CONCLUSÕES

A implementação do RPG "*O Dilema de Valeverde*" provou-se uma estratégia didática altamente eficaz para o Ensino de Química no Ensino Médio. Ao ancorar conceitos densos e comumente abstratos — como cinética, estequiometria de gases e reações de neutralização — na problemática real e urgente dos aterros sanitários, a metodologia rompeu com a apatia tradicional das aulas expositivas.

Os dados coletados demonstraram avanços tanto na apropriação conceitual (conforme atestado pelo expressivo ganho cognitivo no pós-teste) quanto no desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas superiores. Os estudantes deixaram a postura de receptores passivos para se tornarem debatedores articulados, capazes de usar o conhecimento científico como ferramenta de salvaguarda social e ambiental. O RPG didático cumpre, assim, a dupla função de alfabetizar cientificamente e formar para a cidadania crítica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. R. do. **RPG na escola:** aventuras pedagógicas. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 159 p, 2013.

AMARAL, Ricardo Ribeiro do. **O Roleplaying Game na sala de aula:** uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional.** Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2011.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília: MEC, 1998.

CAVALCANTI, E. L. D. **Role Playing Game e Ensino de Química.** Curitiba: Appris, 2018.

ENNIS, Robert H. A logical basis for measuring critical thinking skills. **Educational Leadership**, v. 43, n. 2, p. 44-48, 1985.

ESTEVEZ, Alonso et al. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário utilizando processos oxidativos avançados. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 153-160, 2014.

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

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** 2. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2013.

MARCATTO, Adonai. **Saindo do quadro:** RPG na escola. São Paulo: Devir, 1996.

NASCIMENTO JR., F. A.; PIETROCOLA, M. O papel do RPG no ensino de física. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru. **Atas [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2005.

OLIVEIRA, A. S. & SOARES, M.H.F.B. Júri Químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, 22, 18-23, 2005.

RODRÍGUEZ, F.P. Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 6, 2, 275-298, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2008.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos Para o Ensino de Química:** teoria, métodos e aplicações, Guarapari, BRA: Exlibris Editora, 2008.

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; VIGIL, Samuel. **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues**. New York: McGraw-Hill, 1993.

VIEIRA, Rui Marques; VIEIRA, Tenreiro. Pensamento crítico no ensino das ciências: caminhos e desafios. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 3, p. 11-28,

¹ Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP - Araraquara-SP). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)