

Ludicidade, Memória e Aprendizagem: Tempo de decomposição dos Resíduos Sólidos no Interflúvio

Playfulness, Memory and Learning: Time for decomposition of Solid Waste in the Interfluve

Ludicidad, Memoria y Aprendizaje: Tiempo de descomposición de los Residuos Sólidos en el Interfluvio

Adriana de Arruda Franco¹

Otacílio Antunes Santana²

Resumo

A finalidade deste trabalho foi construir uma atividade lúdica (jogo de memória) para potencialização da práxis ambiental da redução da pegada ecológica (redução da produção de resíduos sólidos domésticos per capita). O procedimento metodológico se inicia com a construção do Jogo de Memória, a qual se chama “Se Liga no Tempo”. O Jogo foi roteirizado com imagens coletadas em sites de disponibilização de imagens gratuitas e com a digitalização e hospedagem virtual por uma consultoria midiática. As principais conclusões foram: (i) o jogo foi construído e consolidado com sucesso; (ii) a performance dos jogadores e a construção do conhecimento foi potencializada a partir do jogo construído; (iii) os professores da educação básica validaram o jogo com um objeto educacional; e, após a atividade lúdica, os jogadores efetivaram a práxis ambiental, a reduzir a produção de resíduos sólidos domésticos per capita.

Palavras-Chave: Gamificação. Cognitivismo. Ensino das Ciências Ambientais.

Abstract

The purpose of this work was to build a playful activity (memory game) to enhance the environmental praxis of reducing the ecological footprint (reducing the production of domestic solid waste per capita). The methodological procedure begins with the construction of the Memory Game, which is called “Se Liga no Tempo”. The Game was scripted with images collected on free image availability sites and with digitization and virtual hosting by a media consultancy. The main conclusions were: (i) the game was successfully built and consolidated; (ii) the performance of the players and the construction of knowledge was enhanced from the game built; (iii) basic education teachers validated the game with an educational object; and, after the ludic activity, the players carried out the environmental praxis, to reduce the production of domestic solid waste per capita.

Keywords: Gamification. Cognitivism. Teaching of Environmental Sciences.

¹ Mestra pelo PROFCIAMB, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. Brasil.

² Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. Brasil.

Resumen

El propósito de este trabajo fue construir una actividad lúdica (juego de memoria) para potenciar la praxis ambiental de reducir la huella ecológica (reducir la producción de residuos sólidos domésticos per cápita). El procedimiento metodológico comienza con la construcción del Juego de la Memoria, que se denomina “Se Liga no Tempo”. El Juego se desarrolló con imágenes recopiladas en sitios de disponibilidad de imágenes gratuitas y con digitalización y alojamiento virtual por una consultora de medios. Las principales conclusiones fueron: (i) el juego se construyó y consolidó con éxito; (ii) se potenció el desempeño de los jugadores y la construcción del conocimiento a partir del juego construido; (iii) los profesores de educación básica validaron el juego con un objeto educativo; y, luego de la actividad lúdica, los actores llevaron a cabo la praxis ambiental, para reducir la producción de residuos sólidos domésticos per cápita.

Palabras Clave: Gamificación. Cognitivismo. Docencia de Ciencias Ambientales.

Introdução

A produção de resíduos urbanos vem a cada ano batendo recordes sem uma expectativa para a redução de seu acúmulo (ALBINO, 2020). No mundo, a produção de lixo urbano (doméstico + comércio + repartições públicas, que vão para lixeira) por indivíduo por dia chegou em 2010, a $0,891 \text{ kg}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$, e em 2018, a $1,127 \text{ kg}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ (THE WORD BANK, 2020). No Brasil, esse comportamento é semelhante: $0,714 \text{ kg}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$, em 2010, e $1,218 \text{ kg}\cdot\text{ind}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$, em 2018 (IBGE, 2020). Pode-se com isso estimar que na Região Metropolitana do Recife, com 4.054.866 habitantes, a produção de lixo urbana estaria em torno de 5,5 milhões de tonelada de lixo urbano por dia, o que se faz concordar que essa geração é a geração da produção de lixo “Waste Generation (Era)” (HOORNWEG; BHADA-TATA; KENNEDY, 2013).

Também para o território brasileiro, estima-se que apenas 13% do lixo urbano seja reciclado ou destinado a outro método de redução de seu volume, que não seja seu depósito em aterros e lixões, como por exemplo, compostagem e incineração (IPEA, 2020; ALBINO, 2020). No mundo, essa taxa chega a 56% em país como a Alemanha (SCHUCH et al., 2017), e a 1%, em país como o Níger (KABERA; WILSON; NISHIMWE, 2019).

A se pensar na redução destes descartes, este trabalho foca na construção coletiva de uma consciência ambiental e no desdobramento desta consciência em práxis ambiental (LIMA et al., 2019). A conscientização está diretamente relacionada com a construção do conhecimento (VIGOTSKY, 2017), por isso, no sistema forma de ensino, buscou-se a sistematização de um objeto educacional que pudesse de forma lúdica, ao mesmo tempo, a construção do conhecimento e a formação da consciência ambiental sobre a temática dos resíduos sólidos domésticos a partir de sua taxa de decomposição.

A Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) NBR10004/2004 - Resíduos Sólidos - Classificação (ABNT, 2004) descreve os resíduos sólidos como aqueles que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, e podem ter classificações diversas, quanto a composição química, tipo, origem e periculosidade. Para este trabalho se utilizou a classificação quanto a sua destinação (resíduos domésticos): (i) aterro, (ii) reciclagem, e (iii) compostagem (ALBINO, 2020).

Decomposição é a degradação de um objeto ou substância até sua composição elementar e mineralógica, e cada estrutura decomposta possui um tempo de decomposição inerente a sua característica física-química (KREITH, 1999) (Quadro 1).

Quadro 1 - Tempo de Decomposição de alguns Resíduos Domésticos.

Resíduo	Tempo de decomposição
Cascas de frutas	de 1 a 3 meses
Papel	03 a 06 meses
Pano	de 6 meses a 1 ano
Chiclete	05 anos
Filtro de cigarro	de 05 a 10 anos
Tampa de garrafa	15 anos
Madeira pintada	15 anos
Nylon	mais de 30 anos
Sacos plásticos	de 30 a 40 anos
Lata de conserva	100 anos
Latas de alumínio	200 anos
Plástico	450 anos
Fralda descartável	600 anos
Garrafas de vidro	indeterminado
Pneu	indeterminado
Garrafas de plástico (pet)	tempo indeterminado
Borracha	tempo indeterminado
Vidro	1 milhão de anos

Fonte: Kreith (1999).

A ludicidade é um método potente na construção do conhecimento sobre tópicos das ciências ambientais, pois, com a execução do lúdico, teoria e prática são refletidas simultaneamente, o cenário (espaço/tempo), as regras, os jogadores (sujeitos), a situação, e a incerteza quanto ao resultado, permitem na práxis (interação) a consolidação do conhecimento (CAILLOIS; BARASH, 1961; SANTANA, 2014; SANTANA; YEKATERINA, 2016). Outros elementos como liberdade e improdutividade, inerentes ao jogo, são elementos da subjetivação e do foco no processo que a pedagogia explícita ressalta (CAILLOIS, 2015).

Dentro dos *ludus*, os jogos de memórias são clássicos para utilização nos sistemas educacionais, pois exercitam os reflexos imagéticos, potencializam o raciocínio lógico e eliminam os chamados “*brain fog*” (MAKIN, 2016). Alguns trabalhos relataram que os jogos de memórias aplicados em sala de aula para crianças com algum déficit de atenção e hiperatividade sob a intensa prática de tarefas e exercícios de memorização aumentaram suas performances cognitivas (reter e manipular informações por um curto período de tempo) (JAEGGI et al., 2008).

Em outros estudos, os pesquisadores relataram que alunos que praticaram os jogos de memória chamados “*n-back*”, mostraram aumentos na capacidade relacionadas a inteligência fluida (velocidade do feedback do raciocínio em novas situações), e que havia um “efeito de dose”: quanto mais as pessoas treinavam, mais “inteligentes” elas se tornavam (KUSCHEL et al., 2015).

A observar a importância deste método, o sistema educacional brasileiro sistematizou em suas diretrizes: Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), habilidades e competências que vão de encontro ao mencionado. E com isso, o produto técnico e tecnológico (material didático) que este trabalho se propôs a sistematizar teve como fundamento a BNCC e como finalidade a Agenda 2030 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS; UN, 2020), e se buscou a qualidade dos parâmetros estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (2019).

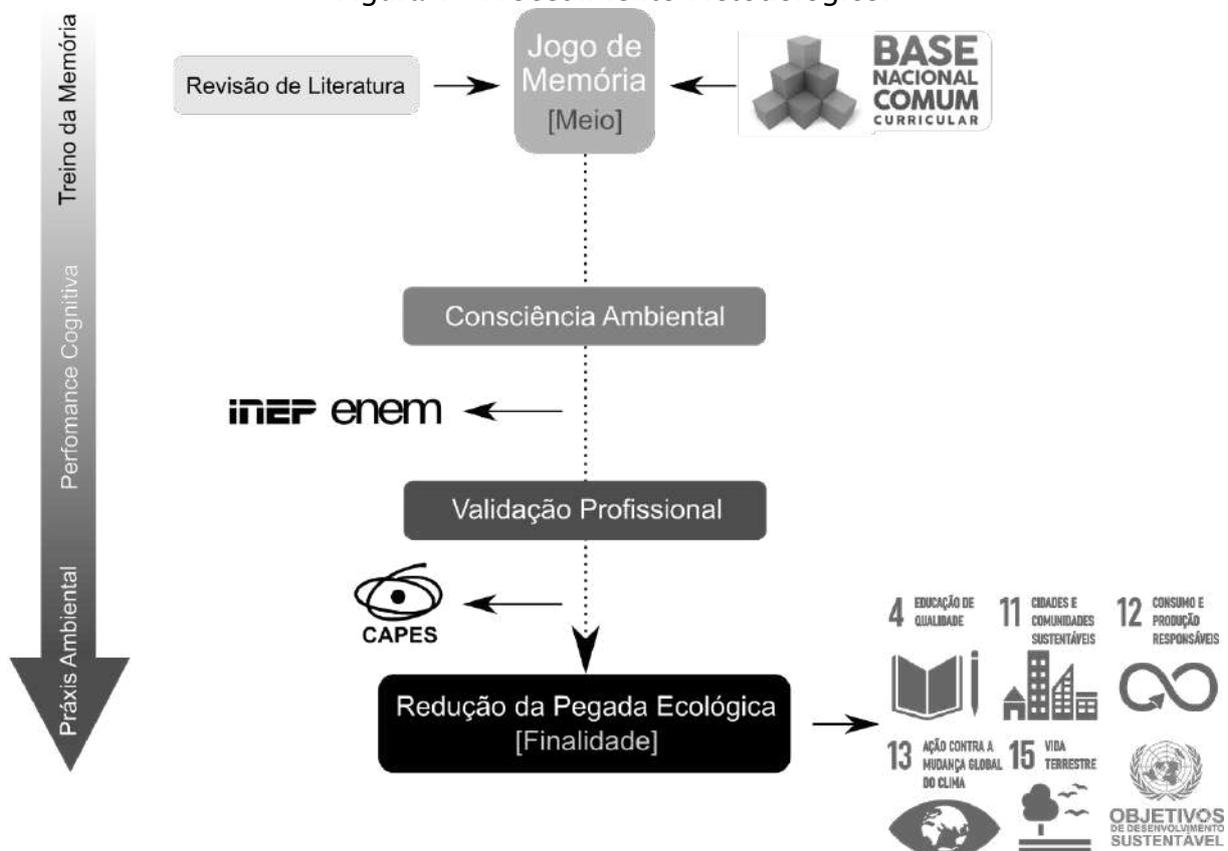
O diferencial deste trabalho para o Ensino das Ciências Ambientais foi que ela seguiu o caminho do treino da memória, para o aumento da performance cognitiva até a práxis ambiental.

O objetivo geral deste trabalho foi que a partir da atividade lúdica (jogo de memória) se potencialize a práxis ambiental da redução da pegada ecológica (redução da produção de resíduos sólidos domésticos per capita). Os objetivos específicos deste trabalho foram: (i) construir um jogo de memórias a partir das habilidades e competências designadas pela Base Nacional Comum Curricular e da Revisão de Literatura; (ii) aplicar, analisar a performance dos jogadores e validar o Jogo construído pelos Professores da Educação Básica; (iii) analisar a construção do conhecimento sobre o tema, e (iv) verificar a redução da produção de resíduos sólidos domésticos per capita antes e após a atividade lúdica.

Métodos e Análises

O procedimento metodológico se inicia com a construção do Jogo de Memória, a qual se chama “Se Liga no Tempo” (Figura 1). O Jogo foi roteirizado pelos autores, com imagens coletadas em sites de disponibilização de imagens gratuitas (FREEPIK, 2020) e com a digitalização e hospedagem virtual pela consultoria AEG Media (AEG, 2020).

Figura 1 - Procedimento Metodológico.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

O jogo seguiu as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), teve como referência a literatura que descreveram e sistematizaram Jogos de Memórias com fins da Educação Formal (JAGUST; BOTICKI; SO, 2018), e como finalidade a Agenda 2030: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UN, 2020). A atividade lúdica compreende das seguintes instruções: (i) Inicie o jogo escolhendo o nível de dificuldade (o fácil, nível médio e difícil). A dificuldade do jogo é proporcional ao número de cartas presentes no mesmo; (ii) O nível de dificuldade está relacionado

ao tempo que o jogador leva para acertar os pares; (iii) Cada carta tem uma imagem de resíduos sólidos que estão dispostos de maneira errada na natureza; (iv) Escolha duas cartas para desvirá-las. Caso formem um par, elas são removidas do jogo e informam o tempo de decomposição da natureza e/ou curiosidades sobre a imagem. Caso contrário, elas voltam a ficar com as figuras voltadas para baixo; e (v) O jogo termina quando todos os pares forem formados mostrando a quantidade de movimentos para a finalização do jogo.

A aplicação do jogo foi com professores e alunos da Educação Básica de Escolas Públicas de Pernambuco, todos acima do 5º Ano, série em que se inicia o conteúdo sobre reaproveitamento e reciclagem dos resíduos sólidos domésticos (BRASIL, 2018). Esses indivíduos amostrais foram convidados de forma voluntária a participarem da atividade lúdica. Todas as investigações e registros deste trabalho seguiram os parâmetros éticos.

Para análise da compreensão do conteúdo do jogo antes e depois de sua aplicação, foram aplicadas dez questões sobre a temática dos resíduos sólidos presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de anos anteriores 1998-2019 (INEP, 2020), escolhidas de forma aleatória e de resolução objetiva em que alunos de outros anos (inclusive ensino médio) conseguem responder (ver exemplo, Figura 2).

Figura 2 - Questão 110, ENEM 2017.



QUESTÃO 110

Para a produção de adubo caseiro (compostagem), busca-se a decomposição aeróbica, que produz menos mau cheiro, seguindo estes passos:

- I. Reserve um recipiente para depositar o lixo orgânico e monte a composteira em um local sombreado.
- II. Deposite em apenas um dos lados da composteira o material orgânico e cubra-o com folhas.
- III. Regue o material para umedecer a camada superficial.
- IV. Proteja o material de chuvas intensas e do sol direto.
- V. De dois em dois dias transfira o material para o outro lado para arejar.

Em cerca de dois meses o adubo estará pronto.

Processo de compostagem. Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado).

Dos procedimentos listados, o que contribui para o aumento da decomposição aeróbica é o

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

Fonte: INEP (2020).

A Validação do Jogo de Memória foi realizada pelos professores e se deu com base nos critérios (Quadro 2) de produção técnica e tecnológica da CAPES, (2019), em uma escala Likert (1932) (de 0 = não atenderam ao critério, a 10 = atenderam completamente ao critério). Os jogos são classificados segundo a CAPES como Produto Técnico e Tecnológico: Material Didático (CAPES, 2019).

Quadro 2 - Critérios para avaliação do Produto Técnico e Tecnológico.

Critérios	Parâmetros
Aderência	se o produto vincula conceitualmente as Ciências Ambientais
Impacto	se a avaliação deste critério está relacionada com as mudanças que ocasionarão a partir do uso desse o produto Técnico e Tecnológico no ambiente em que o mesmo está inserido. Para avaliar tal critério é importante entender a justificativa de sua criação, na qual a demanda se faz necessária, e deve estar claro a aplicação do produto, o que permite avaliar em qual(is) área(s) as mudanças poderão ser efetivas
Aplicabilidade	se faz referência à facilidade com que se pode empregar a produção técnica/tecnológica a fim de atingir seus objetivos específicos para os quais foi desenvolvida. Entende-se que uma produção que possua alta aplicabilidade, apresentará abrangência elevada ou que poderá ser potencialmente elevada, com possibilidade de replicabilidade como produção técnica
Inovação	inovação é definida aqui como a ruptura com os paradigmas e métodos cotidianos para o desenvolvimento de produtos e técnicas mais eficientes e eficazes na atuação profissional com implicações sociais
Complexidade	Complexidade pode ser entendida como uma propriedade associada à diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico/tecnológicos

Fonte: CAPES (2019).

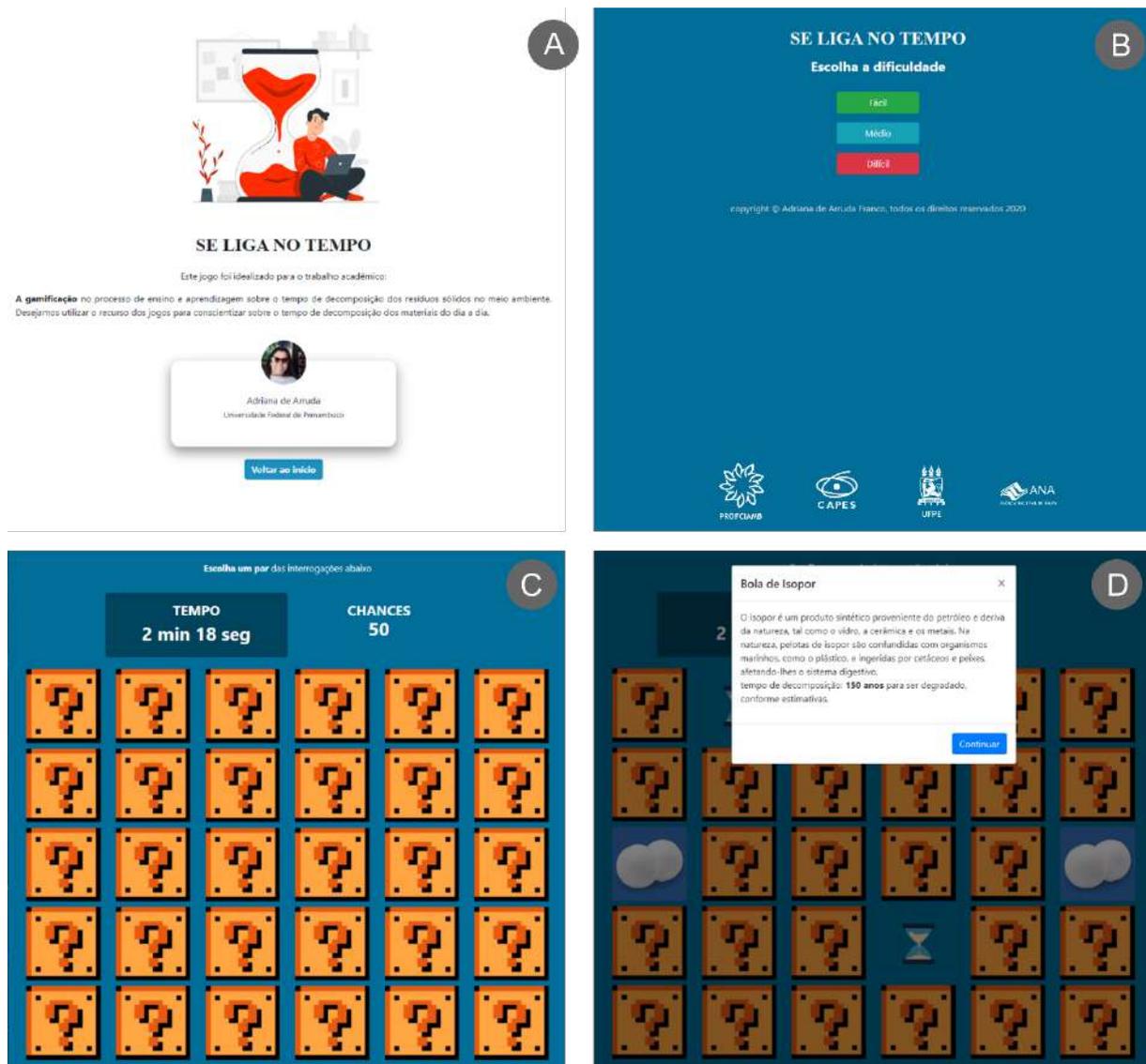
Antes (15 dias antes) e depois (15 dias depois) da atividade Lúdica os jogadores precisaram informar o quanto de resíduos sólidos domésticos ($\text{kg}^{-1} \text{ind}^{-1} \text{semana}^{-1}$) estavam sendo produzidos em suas residências e quantas pessoas residiam lá. Foi requisitado que os resíduos fossem separados segundo a sua destinação: (i) aterros; (ii) reciclagem; e (iii) compostagem.

Estatística de comparação entre períodos foi realizada pelo Teste de Qui-Quadrado (95% de confiança) (ZAR, 1999).

Resultados e Discussão

O Jogo de Memória “Se Liga no Tempo” foi construído com sucesso e está hospedado de forma aberta no endereço: <http://tempo.aegmedia.com.br/> (Figura 3). A construção do quadro da memória foi o momento em que se pôde observar quais realmente foram os resíduos sólidos que estavam no imaginário do docente-pesquisador no momento da criação de um jogo. Isto foi destacado em outros trabalhos (MONTAG et al., 2012; BERGEN et al., 2017), em que a memória individual (do docente criador de uma atividade lúdica) e a memória coletiva (dos alunos) podem resultar em peças, imagens e artefatos distintos em um jogo com a mesma regra (estímulos diferentes e respostas iguais).

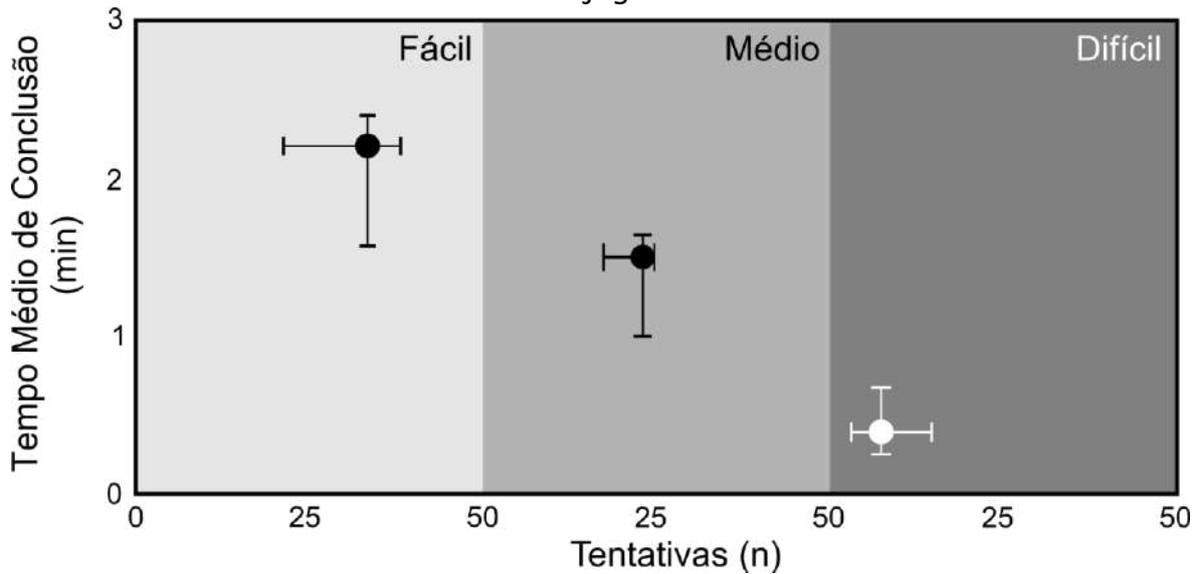
Figura 3 - Layout do Jogo de Memórias “Se Liga no Tempo”.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

191 jogadores se habilitaram a participar do jogo e da sua dinâmica, destes 78 professores e 113 alunos. Ficou evidente quanto mais os voluntários jogavam, mais rápidos e com menos tentativas eles finalizam o jogo, mesmo quando dificultaram o nível (Figura 4). Esse comportamento corroborou com a literatura, que pesquisaram com atores educacionais (JAEGGI et al. 2008; MAKIN, 2016). O treino da memória em possibilidades finitas aumentam a capacidade e velocidade na resposta, e isto é que os autores conceituam como o período de ‘assimilação’, que é definida como a capacidade do sujeito de incorporar um novo objeto ou ideia a um esquema às estruturas já construídas ou já consolidadas em períodos estudados anteriormente (VENDETTI et al., 2014; O'BRIEN; HUMMERT, 2006; MORGAN, 2006).

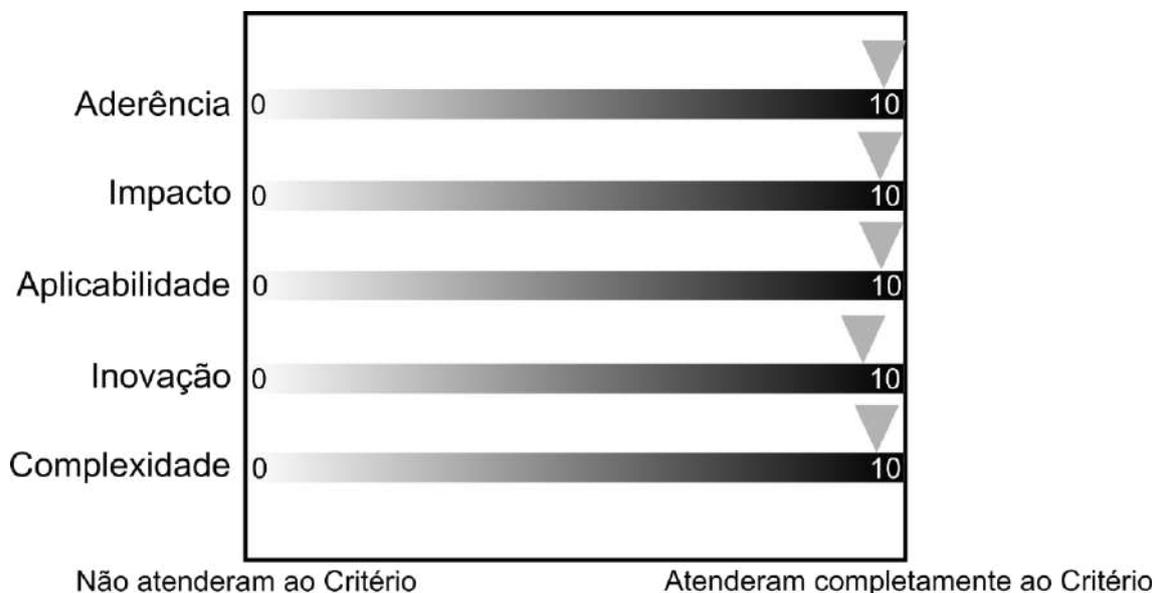
Figura 4 - Tempo médio de conclusão (n = 191 jogadores) em relação a tentativas no jogo.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os professores da Educação Básica que participaram da atividade lúdica validaram o jogo como um objeto educacional, com menções acima de 9 (Figura 5), a poder ser classificado como Material Didático segundo a referência de Produção Técnica da CAPES. Isto ressalta ainda mais a importância de que o paradidatismo seja construído em formato lúdico, a potencializar o aprendizado (SANTANA et al., 2020).

Figura 5 - Validação do Jogo de Memória “Se Liga no Tempo” pelos professores da Educação Básica (n = 78) segundo os critérios CAPES de avaliação do Produto Técnico e Tecnológico.

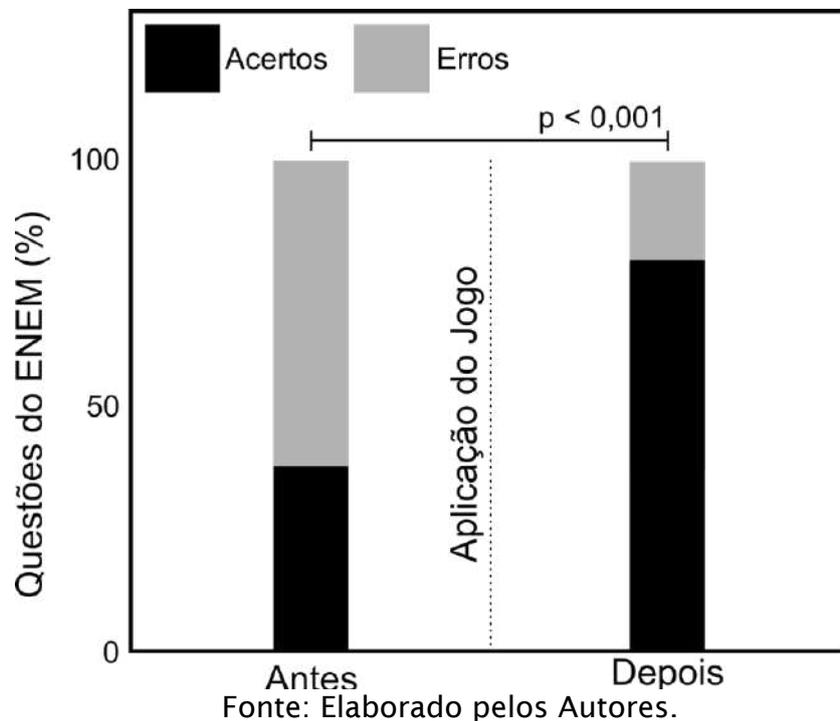


Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os alunos acertaram 81% das questões do ENEM depois da atividade lúdica

(Figura 6), a mostrar a evolução significativa em relação as respostas dadas anteriormente (40%). O jogo como parte da meta-análise do progresso da aprendizagem foi eficiente e pode ser utilizado em vários contextos educacionais dentro e fora do ambiente escolar (SILVA, 2019).

Figura 6 - Porcentagem de acertos e erros nas Questões do ENEM relacionadas a resíduos sólidos domésticos, antes e depois da atividade lúdica (n = 113 alunos). p = resultado do Teste Qui-Quadrado.

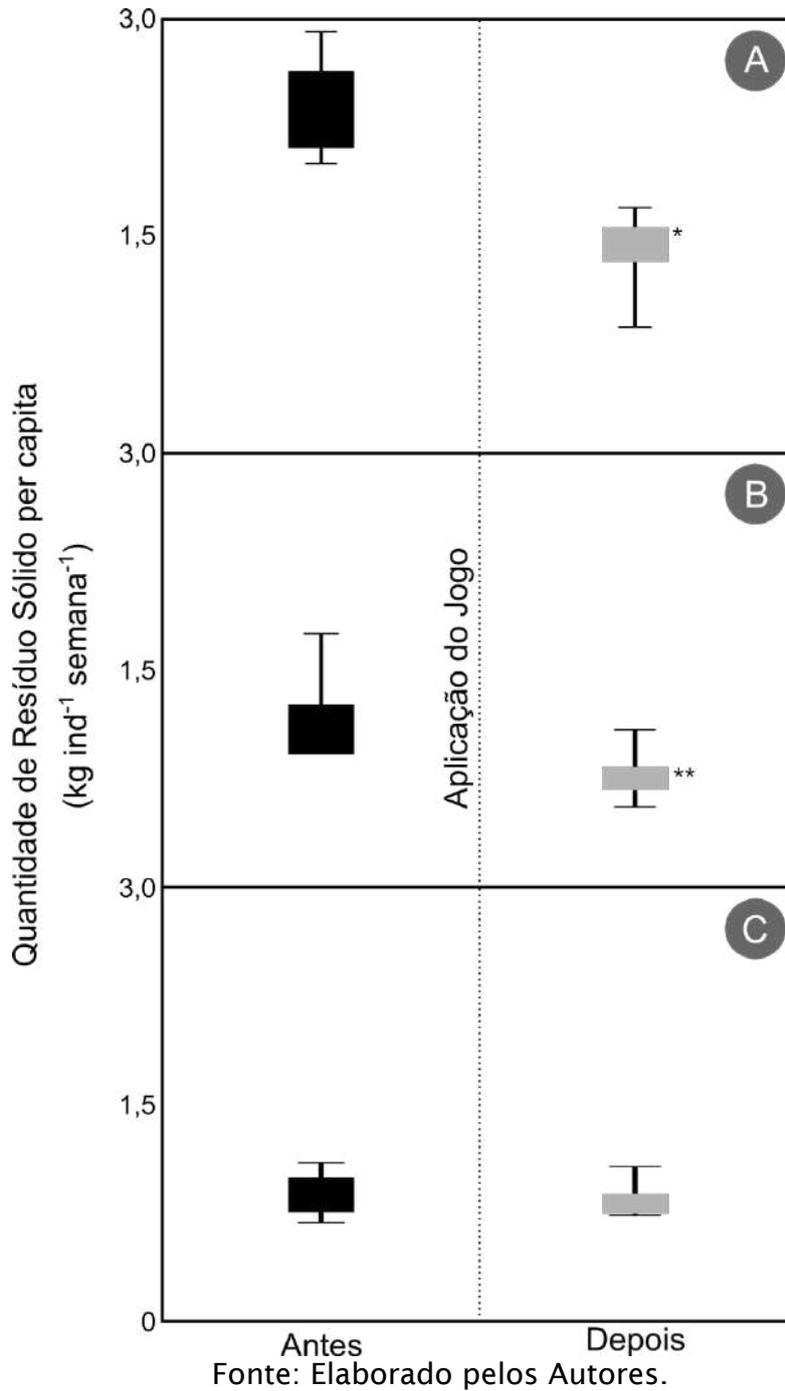


A quantidade de resíduos sólidos domésticos per capita estimada nas residências dos jogadores reduziram de forma significativa depois da atividade lúdica proposta (Figura 7). Para resíduos destinados a aterros e para reciclagem, a quantidade antes para depois do Jogo, foi de aproximadamente 50%. Este resultado ressalta a importância do Ensino das Ciências Ambientais como resposta prática e direta ao cumprimento da Agenda 2030 (SANTANA et al., 2017), pela redução da pegada ecológica.

A constante luta e atualização das agendas ambientais fizeram com que a formação de uma consciência ambiental viesse junto de uma práxis ambiental. Da década de 90 do século XX para o século XXI, a comunidade acadêmica (e a população em geral) acumulou um conhecimento ambiental e ferramentas para prática deste conhecimento (O'RIORDAN et al., 2012; IVANOVA, 2013). Porém, ao mesmo tempo em que todos conseguiram construir esse internalizar os conceitos e a lógica ambiental em seus discursos, a pegada ecológica *per capita* aumentou (BULKELEY et al., 2013). Por isso, que é importante construir dinâmicas educacionais que envolvam como finalidade a práxis ambiental (POWERS, 2012; ELY et al., 2013).

Exaltar que o jogo proposto atingiu esta finalidade é instigar que as atividades curriculares se pautem diretamente no aumento da biocapacidade, na compensação ambiental e na redução da pegada ecológica.

Figura 7 - Quantidade de resíduos sólidos domésticos per capita estimados nas residências dos jogadores (n = 191), para os destinos: aterros (A), reciclagem (B), e compostagem (C). p = resultado do Teste Qui-Quadrado, *p < 0,001 e **p < 0,025.



Considerações Finais

O objetivo geral proposto por este trabalho foi cumprido de que a partir da atividade lúdica (jogo de memória) se possa potencializar a práxis ambiental da redução da pegada ecológica (redução da produção de resíduos sólidos domésticos per capita), e as principais conclusões foram: (i) o jogo foi construído e consolidado com sucesso; (ii) a performance dos jogadores e a construção do conhecimento foi

potencializada a partir do jogo construído; (iii) os professores da educação básica validaram o jogo com um objeto educacional segundo fundamento da BNCC e segundo a finalidade da Agenda 2030 (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável); e, após a atividade lúdica, os jogadores efetivaram a práxis ambiental, a reduzir a produção de resíduos sólidos domésticos per capita.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-reitoria de Pós-Graduação (PROPG) e a Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPESQI) da Universidade Federal de Pernambuco, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA/CAPES-UAB 2803/2015) pelo apoio e suporte, e ao Grupo de Pesquisa 'Educometria' (UFPE/CNPq) pela discussão e suporte no levantamento dos dados.

Referências

AEG Media. **Criação de sistemas e aplicações**. Disponível em: <aegmedia.com.br>. Acesso em Junho 2020.

ALBINO, J. G. de L. Lixeira informativa: a relação do dado com a práxis ambiental. 2020. **Dissertação** (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: **Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <abnt.org.br>. Acesso em: 15 outubro 2020.

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

BERGEN, D.; SCHROER, J. E.; THOMAS, R.; ZHANG, X. G.; CHOU, M.; CHOU, T. ERP Responses of Elementary-Age Children to Video Game Simulations of Two Stimuli Types: Study 1 and 2 Comparisons. **Journal of Research in Childhood Education**, v. 31, n. 1, p. 160-175, 2017. Doi 10.1080/02568543.2016.1242521

BULKELEY, H.; JORDAN, A.; PERKINS, R.; SELIN, H. Governing sustainability: Rio+20 and the road beyond. **Environment and Planning C-Government and Policy**, V. 31, n. 6, p. 958-970, 2013. Doi: 10.1068/c3106ed

CAILLOIS, R. **Les jeux et les hommes**. Le masque et le vertige. Paris: Editions Gallimard, 2015.

CAILLOIS, R.; BARASH, M. **Man, play, and games**. Illinois: University Press, 1961.

CAPES. **Produção Técnica** (2019). Disponível em: <https://cutt.ly/yp80w8F> . Acesso em: março 2020.

ELY, A.; SMITH, A.; STIRLING, A.; LEACH, M.; SCOONES, I. Innovation politics post-Rio+20: hybrid pathways to sustainability? **Environment and Planning C-Government and Policy**, v. 31, n. 6, p. 1063-1081, 2013. Doi: 10.1068/c12285j

FREEPIK. **Graphic resources for everyone**. Disponível em: <aegmedia.com.br>. Acesso em junho 2020.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Environment: waste production must peak this century. **Nature**, v. 502 n. 7473, p. 615-617, 2013. Doi:10.1038/502615a

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: Abril 2020.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Provas e Gabaritos**. Disponível em <portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>. Acesso

em: Fevereiro de 2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Ipea Data**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/> Acesso em: Abril 2020.

IVANOVA, M. The Contested Legacy of Rio+20. **Global Environmental Politics**, v. 13, n. 4, p. e_00194, 2013. Doi: 10.1162/GLEP_e_00194

JAEGGI, S. M.; BUSCHKUEHL, M.; JONIDES, J.; PERRIG, W. J. Improving fluid intelligence with training on working memory. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 19, p. 6829-6833, 2008. Doi: 0.1073/pnas.0801268105

JAGUST, T.; BOTICKI, I.; SO, H. J. Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. **Computers & Education**, v. 125, p. 444-457, 2018. Doi: 10.1016/j.compedu.2018.06.022

KABERA, T.; WILSON, D. C.; NISHIMWE, H. Benchmarking performance of solid waste management and recycling systems in East Africa: Comparing Kigali Rwanda with other major cities. **Waste Management & Research**, v. 37, p. 59-72, 2019. Doi: 10.1177/0734242X18819752

KREITH, F. **Handbook of solid waste management**. New York: McGraw-Hill, 1999.

KUSCHPEL, M. S. et al. Differential effects of wakeful rest, music and video game playing on working memory performance in the n-back task. **Frontiers in Psychology**, v. 6, e1683, 2015. Doi: 10.3389/fpsyg.2015.01683

LIMA, C. et al. Pré-diagnóstico da esquistossomose no semiárido: régua antropométrica e aplicativo colaborativo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, p. 272-293, 2019. Doi: 10.3895/rts.v15n36.7809

MAKIN, S. Brain training: Memory games. **Nature**, v. 531, p. s10-s11, 2016. Doi: 10.1038/531S10a

MONTAG, C.; WEBER, B.; TRAUTNER, P.; NEWPORT, B.; MARKET, S.; WALTER, N. T.; FELTEN, A.; REUTER, M. Does excessive play of violent first-person-shooter-video-games dampen brain activity in response to emotional stimuli? **Biological Psychology**, v. 89, n. 1, p. 107-111, 2012. Doi: 10.1016/j.biopsycho.2011.09.014

MORGAN, G. Memory and marginalisation - Aboriginality and education in the assimilation era. **Australian Journal of Education**, v. 50, n. 1, p. 40-49, 2006. Doi: 10.1177/000494410605000104

O'BRIEN, L. T.; HUMMERT, M. L. Memory performance of late middle-aged adults: Contrasting self-stereotyping and stereotype threat accounts of assimilation to age stereotypes. **Social Cognition**, v. 24, n. 3, p. 338-358, 2006. Doi: 10.1521/soco.2006.24.3.338

O'RIORDAN, T.; LEISEROWITZ, A. A.; MCGOWAN, A. H.; CUTTER, S. L. Rio+20: An Endangered Species? **Environment**, v. 54, n. 2, p. 44-50, 2012. Doi: 10.1080/00139157.2012.657136

POWERS, A. The Rio+20 Process: Forward Movement for the Environment? **Transnational Environmental Law**, v. 1, n. 2, p. 403-412, 2012. Doi: 10.1017/S2047102512000179

SANTANA, O. A. Ensino de ciências em Braille com histórias em quadrinhos roteirizados por cegos. **Linhas Críticas**, v. 20, p. 711-734, 2014. Doi: 10.26512/lc.v20i43.4415

SANTANA, O. A.; PETROVA, Y. Ludicidade no Ensino da Normalidade em um



Ambiente Florestal. **Inter-ação**, v. 41, p. 525-544, 2016. Doi: 10.5216/ia.v41i3.41502

SANTANA, O. A. et al. Ensino de Ciências Ambientais rumo à profissionalização: uma análise cientométrica. **RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 14, p. 1-17, 2017. Doi: 10.21713/2358-2332.2017.v14.1443

SANTANA, O. A. et al. Deep learning practice for high school student engagement in STEM careers. In: 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020, Porto. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020. p. 164-169. Doi: 10.1109/educon45650.2020.9125281

SCHUCH, A.; MORSCHECK, G.; LEMKE, A.; NELLES, M. Bio-Waste Recycling in Germany - Further Challenges. **Compost Science & Utilization**, v. 25, p. S53-S60, 2017. Doi: 10.1080/1065657X.2017.1395716

SILVA, E. G. da. Estratégia educacional com base na captação e reutilização da água no ambiente escolar e social. 2019. **Dissertação** (Mestrado em Rede Nacional em Ensino das Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

THE WORD BANK. **Urban Development**. Disponível em <https://www.worldbank.org> . Acesso em: Abril 2020

UN - UNITED NATIONS. **Sustainable Development Goals**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/> . Acesso em: Set 2020.

VENDETTI, M. S.; WU, A.; ROWSHANSHAD, E.; KNOWLTON, B. J.; HOLYOAK, K. J. When Reasoning Modifies Memory: Schematic Assimilation Triggered by Analogical Mapping. **Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition**, v. 40, n. 4, p. 1172-1180, 2014. Doi: 10.1037/a0036350

VIGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2017.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Pearson Education: New York, 1999.

Adriana de Arruda Franco

Licenciada em Biologia (Fundação de Ensino Superior de Olinda). Mestra em Ensino das Ciências Ambientais (Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB). Coordenadora Pedagógica (Secretaria de Educação de Pernambuco). E-mail: adrianafranco1971@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5085-3015>.



Otacílio Antunes Santana

Licenciado e Bacharel em Biologia (Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC–GO). Mestre e Doutor em Ciências Florestais (Universidade de Brasília). Docente Permanente no Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB). E-mail: otacilio.santana@ufpe.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4294-1226>.

Recebido em: 15/04/2021

Aprovado em: 06/05/2021

Publicado em: 30/05/2021