



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA ENSINO DAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ADRIANA DE ARRUDA FRANCO

LUDICIDADE, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM:

Tempo de decomposição dos resíduos sólidos no meio ambiente

Recife
2020

ADRIANA DE ARRUDA FRANCO

LUDICIDADE, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM:

Tempo de decomposição dos resíduos sólidos no meio ambiente

Recife

2020

ADRIANA DE ARRUDA FRANCO

LUDICIDADE, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM:

Tempo de decomposição dos resíduos sólidos no meio ambiente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino de Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Otacílio Antunes Santana.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Elaine C Barroso
(CRB4 1728)

Franco, Adriana de Arruda

Ludicidade, Memória e Aprendizagem: Tempo de Decomposição dos Resíduos Sólidos no Meio Ambiente / Adriana de Arruda Franco – 2020.

26 f.: il., fig., tab.

Orientador: Otacilio Antunes Santana

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Ensino das Ciências Ambientais, 2020.

Inclui referências e apêndices.

1. Gamificação. 2. Cognitivismo. 3. Ensino das Ciências Ambientais. I. Santana, Otacilio Antunes (orient.) II. Título

363.70071

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2020- 280

ADRIANA DE ARRUDA FRANCO

LUDICIDADE, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM:

Tempo de decomposição dos resíduos sólidos no meio ambiente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino de Ciências Ambientais.

Aprovada em: 17/12/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Otacilio Antunes Santana (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Carinna Nunes de Lima
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Euzébio Cabral Filho
Universidade Federal de Pernambuco

Aos grandes amores da minha vida, pelo apoio incondicional na busca dos meus ideais. A minha mãe, que me ensinou o significado das palavras “luta” e “conquista”, em ensinamentos e experiências de vida e pela dedicação amorosa que depositou em mim através dos princípios do amor, da união e do respeito.

As minhas filhas Maíra e Alice, pelo amor, respeito e companheirismo que existe entre nós.

A vocês, dedico esse momento singular em minha vida. Vocês fazem parte dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer a Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar diante das dificuldades. Agradeço a Ele também por me permitir ter a minha mãe (*in memoriam*), para quem deixo um agradecimento especial por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão que me deu.

Sinto-me orgulhosa e privilegiada por ter tido uma mãe tão especial, que me mostrou o quanto era importante estudar, mesmo não tendo ela a mesma oportunidade no passado.

Obrigada as minhas filhas Maíra e Alice, que nos momentos de minha ausência sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de trabalho e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Agradeço a todos os professores por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e da afetividade da educação no processo de formação profissional. Por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. O título “mestre” nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais, sem nominar, terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço a todos os colegas de mestrado que vivenciaram momentos de estudo, de escrita de artigo e de tensão como a prova de qualificação no decorrer desta jornada.

À Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Eu faço da dificuldade
A minha motivação
A volta por cima
Vem na continuação (BROWN JR. *apud* ABRÃO
et al., 2007, s/p)

RESUMO

A conscientização está diretamente relacionada com a construção do conhecimento. Por isso, no sistema de ensino, buscou-se a sistematização de um objeto educacional que pudesse, de forma lúdica, possibilitar a construção do conhecimento e a formação da consciência ambiental sobre a temática dos resíduos sólidos domésticos a partir de sua taxa de decomposição. Ao observar a importância deste método, o sistema educacional brasileiro sistematizou em suas diretrizes, como a Nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), habilidades e competências que vão ao encontro do mencionado. Com isso, o produto técnico e tecnológico (material didático) que essa dissertação se propôs a sistematizar teve como fundamento a BNCC e como finalidade a *Agenda 2030: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, assim como buscou a qualidade dos parâmetros estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). 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*). O procedimento metodológico se inicia com a construção do jogo de memória, o qual se chama “Se Liga no Tempo”. O jogo foi roteirizado pela autora com imagens coletadas em sites de disponibilização de imagens gratuitas e com a digitalização e hospedagem virtual por uma consultoria midiática. As principais conclusões deste trabalho 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; (iii) os professores da educação básica validaram o jogo como um objeto educacional segundo fundamento da BNCC e segundo a finalidade da Agenda 2030; e, após a atividade lúdica, os jogadores efetivaram a práxis ambiental, a de reduzir a produção de resíduos sólidos domésticos *per capita*.

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

ABSTRACT

Awareness is directly related to the construction of knowledge, therefore, in the system of teaching, we sought to systematize an educational object that could playfully, at the same time, the construction of knowledge and the formation of environmental awareness about the theme of domestic solid waste based on its decomposition rate. In order to observe the importance of this method, the Brazilian educational system systematized in its guidelines: Common National Curricular Base (BNCC), skills and competences that agrees with the mentioned above. And with that, the technical and technological product (didactic material) that this dissertation proposed to systematize was based on the BNCC and the purpose of *2030 Agenda: Sustainable Development Goals*, and sought the quality of the parameters established by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The general objective of this work was that, starting from the playful activity (memory game), the environmental *praxis* of the reduction of the ecological footprint (reduction of the production of domestic solid waste *per capita*) is potentialized. The methodological procedure begins with the construction of the memory game, which is called “Se Liga no Tempo”. The game was scripted by the author, with free images from websites 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 since the activities with the game; (iii) basic education teachers validated the game as an educational object according to the BNCC foundation and according to the purpose of 2030 Agenda; and, after the ludic activity, the players carried out the environmental *praxis*, to reduce the production of domestic solid waste *per capita*.

Keywords: Cognitivism. Gamification. Environmental Sciences Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Procedimentos metodológicos.....	17
Figura 2 Questão 110, ENEM 2017.....	18
Figura 3 Layout do jogo “Se Liga no Tempo”	20
Figura 4 Tempo médio de conclusão (n = 191 jogadores) em relação a tentativas no jogo.....	21
Figura 5 Validação do jogo “Se Liga no Tempo” pelos professores da Educação Básica (n = 78) segundo os critérios CAPES.....	22
Figura 6 % de acertos e erros nas questões do ENEM antes e depois da atividade lúdica (n = 113 alunos, p = resultado do Teste Qui-Quadrado).....	22
Figura 7 Quantidade de resíduos sólidos domésticos <i>per capita</i> 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.	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 MÉTODOS E ANÁLISES.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

1 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 por indivíduo por dia (doméstico + comércio + repartições públicas, que vai para a lixeira) 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 WORLD 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 (RMR), com 4.054.866 habitantes, a produção de lixo urbano estaria em torno de 5,5 milhões de toneladas de lixo por dia, o que se faz concordar que a atual geração é a geração da produção de lixo: “waste generation (era)” (HOORNWEG, BHADA-TATA e 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 países como a Alemanha (SCHUCH *et al.*, 2017) e a 1% em países como o Níger (KABERA, WILSON e NISHIMWE, 2019).

A se pensar na redução destes descartes, essa dissertação 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 de ensino, buscou-se a sistematização de um objeto educacional que pudesse, de forma lúdica, possibilitar 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) (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 à composição química, tipo, origem e periculosidade. Para

essa dissertação, utilizou-se 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 físico-química (KREITH, 1999) (Tabela 1).

Tabela 1: Tempo de decomposição de alguns resíduos domésticos.

RESÍDUO	TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO
Cascas de frutas	de 1 a 3 meses
Papel	de 3 a 6 meses
Pano	de 6 meses a 1 ano
Chiclete	5 anos
Filtro de cigarro	de 5 a 10 anos
Tampa de garrafa	15 anos
Madeira pintada	15 anos
Nylon	mais de 30 anos
Saco plástico	de 30 a 40 anos
Lata de conserva	100 anos
Lata de alumínio	200 anos
Plástico	450 anos
Fralda descartável	600 anos
Garrafa de vidro	indeterminado
Pneu	indeterminado
Garrafa 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, sua teoria e prática, são refletidas simultaneamente o cenário (espaço/tempo), as regras, os jogadores (sujeitos), a situação e a incerteza quanto ao resultado, ao passo que permitem, na

práxis (interação), a consolidação do conhecimento (CAILLOIS e BARASH, 1961; SANTANA, 2014; SANTANA e 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 ludos, os jogos de memória 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 memória aplicados em sala de aula para crianças com algum *deficit* de atenção e hiperatividade, através de intensa prática de tarefas e exercícios de memorização, aumentaram as performances cognitivas das crianças (retenção e manipulação de 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 aumento na capacidade relacionada à inteligência fluida (velocidade de *feedback* do raciocínio em novas situações), e que havia um “efeito de dose”: quanto mais as pessoas treinavam, mais “inteligentes” elas se tornavam (KUSCHPEL *et al.*, 2015).

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

O diferencial desta dissertação 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.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Potencializar a práxis ambiental da redução da pegada ecológica (redução da produção de resíduos sólidos domésticos *per capita*).

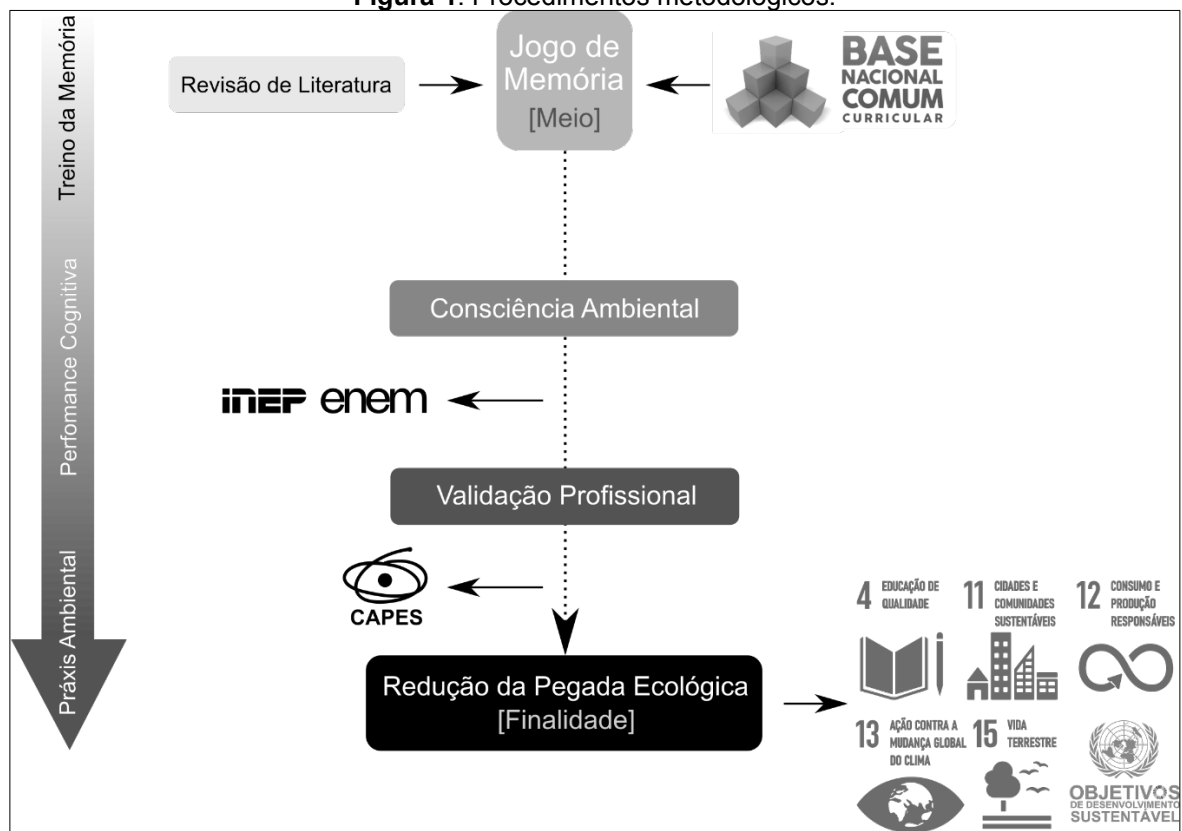
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir e aplicar um jogo de memória a partir das habilidades e competências designadas pela BNCC e de uma revisão da literatura;
- Analisar a performance dos jogadores e validar o jogo construído pelos professores da Educação Básica;
- Analisar a construção do conhecimento sobre o tema;
- Verificar a redução da produção de resíduos sólidos domésticos *per capita* antes e após a atividade lúdica.

3 MÉTODOS E ANÁLISES

O procedimento metodológico se inicia com a construção do jogo de memória, a qual se chama “Se Liga no Tempo”. O jogo foi roteirizado pela autora 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: Procedimentos metodológicos.



Fonte: Elaborado pela autora.

O jogo seguiu as diretrizes da BNCC (BRASIL, 2018) e teve como referência as literaturas que descreveram e sistematizaram jogos de memória com fins da educação formal (JAGUST, BOTICKI e SO, 2018). Como finalidade, adotou a *Agenda 2030* (UN, 2020).

A atividade lúdica compreende as seguintes instruções: (i) Inicie o jogo escolhendo o nível de dificuldade (fácil, 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; (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, ano 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 desta dissertação seguiram os parâmetros éticos (Plataforma Brasil CAAE 55609216.9.0000.5208).

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) entre os anos de 1998 a 2019 (INEP, 2020) escolhidas de forma aleatória e de resolução objetiva em que alunos de outros anos (inclusive do ensino médio) conseguem responder (*vide* 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:

- Reserve um recipiente para depositar o lixo orgânico e monte a composteira em um local sombreado.
- Deposite em apenas um dos lados da composteira o material orgânico e cubra-o com folhas.
- Regue o material para umedecer a camada superficial.
- Proteja o material de chuvas intensas e do sol direto.
- 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

- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

Fonte: INEP (2020).

A validação do jogo de memória foi realizada pelos professores e se deu com base nos critérios (Tabela 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 classificadas segundo a CAPES como “Produto Técnico e Tecnológico: Material Didático” (CAPES, 2019).

Tabela 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 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 clara 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 desenvolvido. 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).

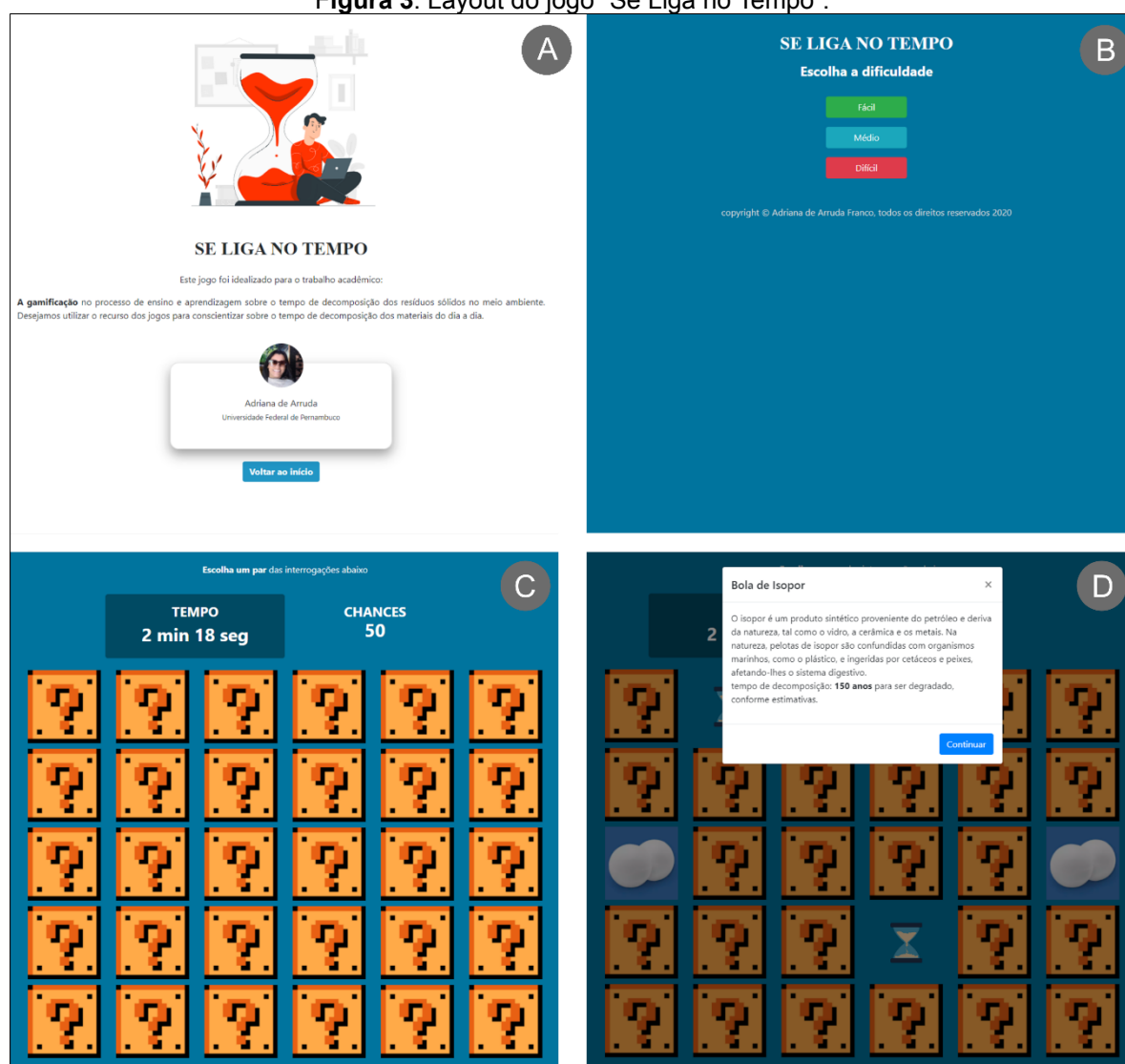
Antes (15 dias antes) e depois (15 dias depois) da atividade lúdica, os jogadores precisaram informar o quanto de resíduos sólidos domésticos (kg-1 ind-1 semana-1) estavam sendo produzidos em suas residências e quantas pessoas residiam lá. Foi requisitado que os resíduos fossem separados segundo a sua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

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O jogo de memória “Se Liga no Tempo” foi construído com sucesso e se encontra hospedado de forma aberta no endereço <<http://tempo.aegmedia.com.br/>> (Figura 3).

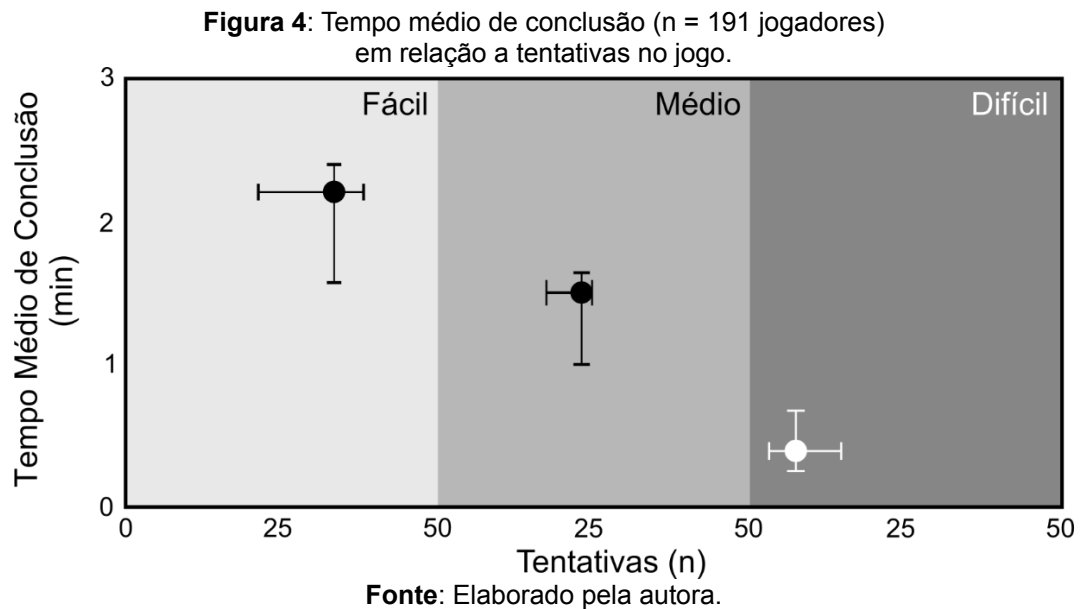
Figura 3: Layout do jogo “Se Liga no Tempo”.



Fonte: Elaborado pela autora.

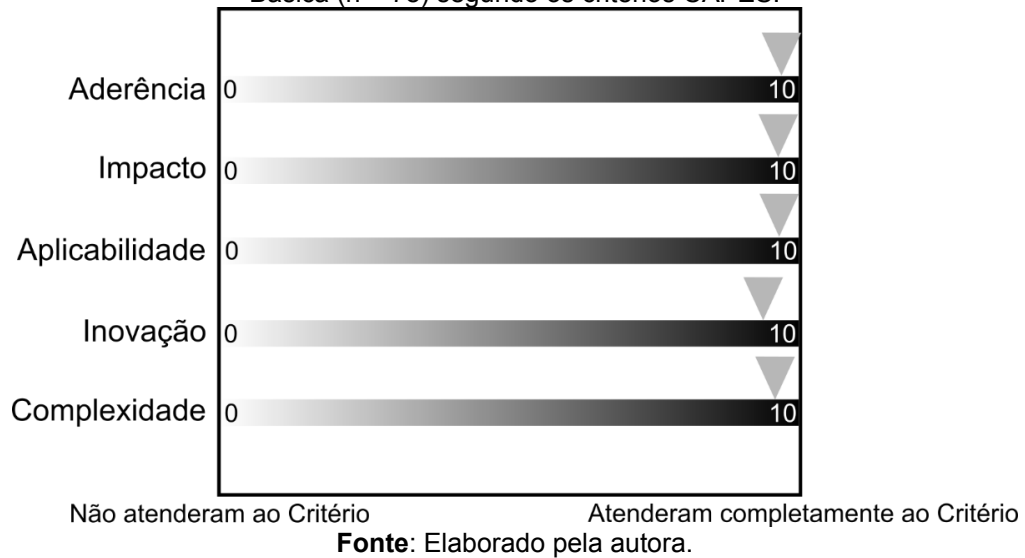
191 jogadores se habilitaram a participar do jogo e da sua dinâmica, destes 78 professores e 113 alunos. Ficou evidente que quanto mais os voluntários jogavam, mais rápidos e com menos tentativas eles finalizam o jogo, mesmo quando difi-

cultaram o nível (Figura 4). Esse comportamento corroborou com a literatura, que pesquisaram com atores educacionais (JAEGGI *et al.* 2008; MAKIN, 2016).



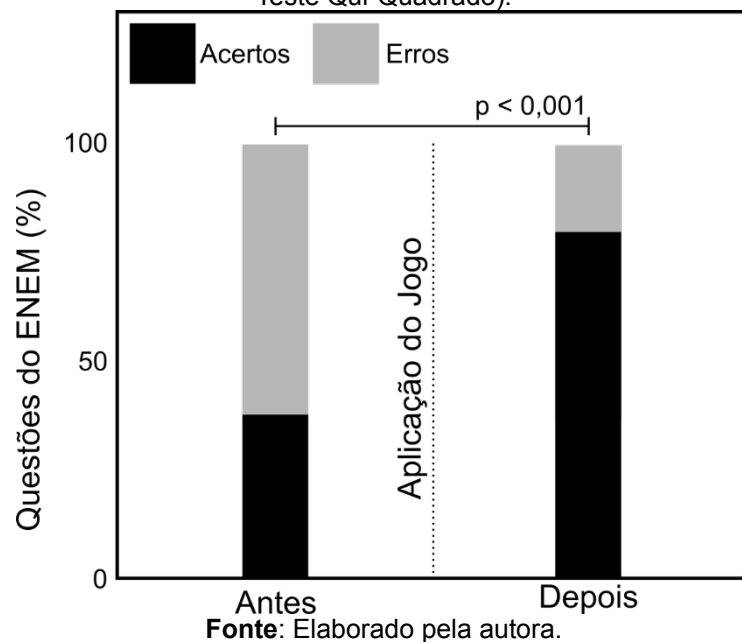
Os professores da Educação Básica que participaram da atividade lúdica validaram o jogo como um objeto educacional, com menções acima de 9 (Figura 5), a poder ser classificado como “Material Didático” segundo a referência de Produção Técnica da CAPES. Isto ressalta ainda mais a importância de que o paradidatismo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

Figura 5: Validação do jogo “Se Liga no Tempo” pelos professores da Educação Básica (n = 78) segundo os critérios CAPES.



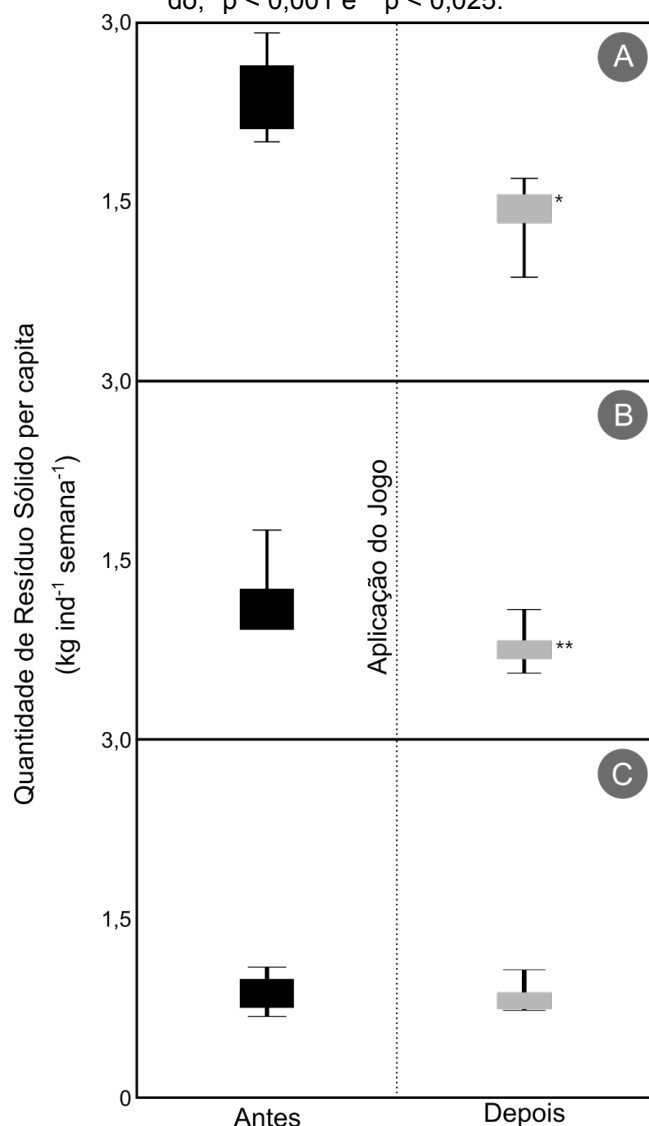
Os alunos acertaram 81% das questões do ENEM depois da atividade lúdica (Figura 6), a mostrar a evolução significativa em relação às respostas dadas anteriormente (40%). O jogo, como parte da meta-análise do progresso da aprendizagem, foi eficiente e pode ser utilizado em vários contextos educacionais dentro e fora do ambiente escolar (SILVA, 2019).

Figura 6: % de acertos e erros nas questões do ENEM 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). Antes do jogo, os participantes descartavam mais resíduos sólidos para aterros e para reciclagem. Após o jogo, os objetivos foram alcançados com a diminuição de 50% dos descartes dos resíduos sólidos tanto para aterros quanto para reciclagem. 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.

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.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÕES

O objetivo geral deste trabalho propunha 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*. Após a atividade lúdica, os jogadores efetivaram a práxis ambiental por reduzirem a produção de resíduos sólidos domésticos *per capita*.

REFERÊNCIAS

ABRAO, Alexandre Magno; CASTANHO, Thiago Raphael; GOMES, Heitor Vilela; RIBEIRO, Carlos Eduardo; RUAS, Andre Luis da Silva. Pontes Indestrutíveis. *In*: BROWN JR., Charlie. **Charlie Brown Jr.:** de 1997 a 2007. Rio de Janeiro: EMI, 2007. 2 CD. Faixa 10.

AEG MEDIA. **Criação de sistemas e aplicações.** Disponível em: <aegmedia.com.br>. Acesso em: 22 jun. 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 out. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: Ministério da Educação, 2018.

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

CAILLOIS, R. M. **Man, play, and games.** Tradução: Meyer Barash. Illinois: University of Illinois Press, 1961.

CAPES. **Produção Técnica.** Brasília: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

FREEPIK COMPANY. **Freepik:** Graphic resources for everyone. Disponível em: <<https://br.freepik.com/>>. Acesso em: 22 jun. 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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Ipea.** Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Provas e Gabaritos.** Disponível em: <portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 20 fev. 2020.

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, 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.

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. *et al.* Deep learning practice for high school student engagement in STEM careers. **2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 2020, Porto, p. 164-169. DOI: 10.1109/educn45650.2020.9125281.

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.; 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.

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, Eduardo Gomes 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 WORLD BANK. **Urban Development**. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

UNITED NATIONS (UN). **Sustainable Development Goals**. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/>>. Acesso em: 2 set 2020.

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

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