

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

SORAYA LAGE DE SÁ CANABARRO

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE TESTE
ECOLÓGICO-VIRTUAL PARA A AVALIAÇÃO DAS
FUNÇÕES EXECUTIVAS EM ESTUDANTES DE
ENSINO MÉDIO DO DISTRITO FEDERAL**

Brasília – DF

2022

SORAYA LAGE DE SÁ CANABARRO

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE TESTE
ECOLÓGICO-VIRTUAL PARA A AVALIAÇÃO DAS
FUNÇÕES EXECUTIVAS EM ESTUDANTES DE
ENSINO MÉDIO DO DISTRITO FEDERAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Biologia Animal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Clotilde H. Tavares

Brasília – DF

2022

CC212d Canabarro, Soraya Lage de Sá
Desenvolvimento e Aplicação de Teste Ecológico-Virtual
para a Avaliação das Funções Executivas em Estudantes de
Ensino Médio do Distrito Federal / Soraya Lage de Sá
Canabarro; orientador Maria Clotilde Henriques Tavares. --
Brasília, 2022.
200 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Biologia Animal) --
Universidade de Brasília, 2022.

1. Controle Inibitório. 2. Flexibilidade Cognitiva. 3.
Memória operacional. 4. Planejamento. 5. Validade ecológica.
I. Tavares, Maria Clotilde Henriques, orient. II. Título.

SORAYA LAGE DE SÁ CANABARRO

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE TESTE
ECOLÓGICO-VIRTUAL PARA A AVALIAÇÃO DAS
FUNÇÕES EXECUTIVAS EM ESTUDANTES DE
ENSINO MÉDIO DO DISTRITO FEDERAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Biologia Animal.

Brasília, DF: 31 de março de 2022.

Prof.^a Dr.^a Rochele Paz Fonseca
Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Prof.^a Dr.^a Rosângela C. Rodrigues Duarte
Universidade Estadual de
Feira de Santana (UEFS)

Prof. Dr. Marcio José Poças Fonseca
Universidade de Brasília (UnB)

Prof.^a Dr.^a Corina Elizabeth Satler
Universidade de Brasília (UnB)

Prof.^a Dr.^a Maria Clotilde Henriques Tavares
(Orientadora)
Universidade de Brasília (UnB)

Para

Paulo, Alceu, Angélica e Vini,

meu porto seguro

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof.^a Dr.^a Maria Clotilde Henriques Tavares, pela orientação, compreensão, paciência, acompanhamento e amizade durante todo o período do curso de Doutorado. Sou extremamente grata pelas palavras de incentivo, pelas cobranças, pelos valiosos ensinamentos ao longo do processo e por ter sido fonte de fundamental apoio em diversos momentos cruciais para que este trabalho pudesse se concretizar.

Aos participantes dos estudos, pela disponibilidade, pela confiança depositada e por terem doado seu tempo para a realização deste trabalho.

À Universidade de Brasília, ao Instituto de Ciências Biológicas, ao Departamento de Ciências Fisiológicas, ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal e ao Laboratório de Neurociência e Comportamento pelo apoio institucional indispensável à realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão (inicialmente e posteriormente, respectivamente) da bolsa de estudos no nível de Doutorado.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pelo financiamento do projeto do qual este trabalho faz parte.

À Coordenação, ao Colegiado e à Secretaria do Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, pelo esforço em manter a qualidade do programa e pelo cuidado com que sempre me auxiliaram.

Aos Professores Dr.^a Corina Elizabeth Satler, Dr. Marcio José Poças Fonseca, Dr.^a Mônica Pereira Garcia, Dr.^a Rochele Paz Fonseca e Dr.^a Rosângela Corrêa Rodrigues

Duarte pelo aceite para a composição das bancas examinadoras de qualificação e/ou de defesa da tese e pelas valiosas contribuições ao trabalho.

À Secretaria de Educação do Distrito Federal e ao Colégio Cívico-Militar Centro Educacional 07 (CED 07) de Ceilândia, em especial à diretora Adriana de Barros Rabelo Sousa, à vice-diretora Cristiane Araújo, além da professora Ailla de Oliveira Motta e da professora e querida amiga Rafaela Voronkoff Rodrigues Torquato, pela parceria na coleta de dados, por terem recebido a equipe de pesquisa de forma solícita e pela prontidão da atenção que nos disponibilizaram a todo momento.

Ao designer Vinícius Lage de Sá e à empresa The Glitch Factory, especialmente Matheus Queiroz, Luan Ferreira, Otávio Soato, Túlio Mendes e João Esse Andrade por suas contribuições para o desenvolvimento do TEEV, especialmente no que tange ao *design* gráfico e à produção e programação da versão computadorizada, respectivamente.

À aluna de iniciação científica Camila Rosa da Silva pelo cuidado com a adaptação da versão computadorizada do teste da Torre de Londres (Etapa 3).

Aos membros da equipe do projeto, em suas mais variadas etapas de realização, desde o seu princípio, por terem se dedicado ao alcance dos objetivos propostos para este trabalho e também pela colaboração nas coletas e/ou análises de dados. Nesse sentido agradeço aos alunos de iniciação científica Vanessa Ferreira Costa (Etapa 1), Bruno Luiz Rocha de Oliveira (Etapa 1), Marcela Novaes Carvalho (Etapa 1 e estudos piloto da Etapa 3), Thiago de Moura Amaral (Etapa 1 e estudos piloto da Etapa 3), Gustavo de Medeiros Roarelli (Estudos piloto da Etapa 3), Pedro Henrique Levi Fernandes (Estudos piloto da Etapa 3) e Patrícia Cardoso da Silva (Estudos piloto da Etapa 3); à psicóloga, amiga e colega de laboratório, Ma. Valeska Kouzak Campos da Paz (Estudos piloto da Etapa 3); ao biólogo, amigo e educador, Me. Paulo Henrique Oliveira

Canabarro (Etapa 3) e à psicóloga e querida amiga, Aline Mayara Resende Mateus (Etapa 3).

Aos professores Dr.^a Cristiane Faiad, Dr. Carlos Tomaz, Dr. Adson Ferreira da Rocha, Dr. Antônio Maurício Miranda de Sá, Dr. Maurício Cagy e Dr.^a Maria Emília Gonzaga e Souza pelos relevantes conselhos e orientações em suas áreas de especialização, tão relevantes para o desenvolvimento desse projeto.

A todos os meus professores, pelos ensinamentos. Agradeço em especial às professoras Dr.^a Maria Luiza de Araújo Gastal e Dr.^a Maria Rita Avanzi, por terem feito crescer em mim o amor pelo ensino e por suas contribuições em minha formação acadêmica; e à Dr.^a Nurit Bensusan, por me mostrar a importância da ludicidade, da divulgação científica e do ensino por instrumentos e meios informais.

Às pessoas que trazem leveza e felicidade ao meu cotidiano, que foram companheiras e compartilharam os momentos de alegria, desespero, alívio, esforço contínuo, descontração e todas as variações de estados de espírito envolvidas durante um Doutorado, sempre fornecendo palavras de apoio e incentivo: meu marido Paulo Canabarro, meus pais Alceu e Angélica, meu irmão Vinícius, meu cunhado Johnny, minha sogra e segunda mãe Antônia, meus amigos, minha família e meus colegas de laboratório (especialmente Rô, Cori, Líia, Edward, Marcos, Valeska, Ana, Jéssica, Pedro e Fayda). Aos meus pais, agradeço por terem me dado vida, por terem construído minha “raiz forte, Daniel-san”, por me ensinarem a importância da família e da receita infalível de bom humor, equilíbrio (!!) e uma pitadinha de loucura e por trazerem ao mundo a pessoa de mais luz que conheço, meu irmãozinho (e palhacinho) Vini. Ao meu marido, agradeço por ter segurado a minha mão nos momentos que mais precisei, por me fazer acreditar que era possível, por me ajudar concretamente ao se envolver ativamente na pesquisa e nas

reflexões que envolveram este trabalho, por não sair do meu lado e principalmente por seu meu melhor amigo, a Ellie do meu Carl e o amor da minha vida.

A todos os espíritos de luz e à energia suprema de paz e bem que me acompanharam e que, apesar de não saber nomeá-los pessoalmente, sem dúvida se fizeram presentes por meio da fé e foram essenciais para o sucesso de cada etapa.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O meu insuficiente e humilde,

Muito obrigada, de coração.

*“Mesmo quando tudo parece desabar,
cabe a mim decidir entre rir ou chorar,
ir ou ficar,
desistir ou lutar;
porque descobri, no caminho incerto da vida,
que o mais importante é o decidir.”*

- Cora Coralina

RESUMO

As Funções Executivas são essenciais para o cotidiano dos indivíduos, na medida em que são responsáveis pelo planejamento, sequenciamento, iniciação e monitoramento de comportamentos complexos orientados a um objetivo. São frequentemente requeridas em contextos educacionais de aprendizagem. Nessa direção, o presente trabalho visou a desenvolver e aplicar um Teste/Jogo Executivo Ecológico Virtual (TEEV) em estudantes de Ensino Médio do DF e do entorno. Este objetivo foi subdividido em três etapas. 32 estudantes de Ensino Médio (EM) de escolas públicas do DF (23 mulheres, média de idade \pm DP: 16,6 \pm 0,7 anos) participaram da Etapa 1. Eles foram solicitados a responder um questionário *online* cujos resultados indicaram seus costumes e preferências acerca de temas abordados e de metodologias utilizadas na escola, que por sua vez, serviram como subsídio para elaboração do TEEV. A Etapa 2 compreendeu a realização dos procedimentos teóricos para desenvolvimento do jogo, com definição do sistema psicológico, dos atributos, constitutiva e operacional, cuja versão preliminar resultante passou por uma análise de juízes ($n= 9$). As alterações decorrentes das observações dos juízes, bem como a atenção ao processo de *design* gráfico e de programação do TEEV permitiram a elaboração da versão final do jogo. Os procedimentos experimentais de desenvolvimento do TEEV envolveram a Etapa 3, na qual 29 adolescentes (18 mulheres, média de idade \pm DP: 16,3 \pm 0,8 anos) do DF e do entorno foram submetidos ao BRIEF, à WASI, a três testes executivos clássicos (Testes de Dígitos, de Cinco Dígitos e da Torre de Londres) e finalmente, ao TEEV. Os resultados evidenciaram o uso das FE para um bom desempenho nos testes clássicos e no TEEV. Os escores obtidos pela amostra no TEEV apresentaram correspondências com as medidas clássicas do funcionamento executivo e com o BRIEF, uma medida ecológica. Nesse sentido, o jogo desenvolvido mostrou-se sensível para avaliar os mesmos componentes e habilidades executivos que as outras medidas e adicionalmente, apresenta as vantagens de ser contextualizado, o que tem o potencial de aumentar a motivação para a sua realização por parte do indivíduo avaliado e de permitir tanto a avaliação em grupo, quanto uma avaliação individual detalhada de múltiplas FE. De modo geral, os escores do TEEV se correlacionaram com os resultados do FDT, do ToL e do BRIEF, porém mais estudos precisam ser realizados para levantar suas evidências de validade e sua estrutura fatorial.

Palavras-chave: Controle Inibitório; Flexibilidade Cognitiva; Memória operacional; Planejamento; Validade ecológica.

ABSTRACT

Executive functions (EF) are essential to the daily lives of individuals, as they are responsible for planning, sequencing, initiating and monitoring complex goal-oriented behaviors. They are frequently required in learning and educational contexts. In this perspective, the purpose of this project was to develop and apply the Virtual Ecological Executive Test/Game (TEEV) to high school students from the Federal District (DF) and surrounding areas. This study was then subdivided into three stages. 32 high school students from public DF schools (23 women, mean age \pm SD: 16.6 \pm 0.7 years) participated in Stage 1. They were asked to answer an online questionnaire, whose results indicated their habits and preferences on topics and methodologies covered in school, which served as a subsidy for the elaboration of TEEV. Stage 2 involved the accomplishment of the theoretical procedures required for the game development, comprising the definition of psychological system, attributes, constitutive and operational, which preliminary version went through a judge evaluation (n= 9). The changes resulting from the judges' observations, as well as the attention to the graphic design and programming process of TEEV allowed the elaboration of the final version of the game. The experimental procedures for the development of TEEV involved Stage 3, in which 29 adolescents (18 women, mean age \pm SD: 16.3 \pm 0.8 years) from the DF and surroundings were submitted to the application of BRIEF, WASI, three classical executive tests (Digit-Span, Five-Digit and Tower of London Tests) and finally, TEEV. The results evidenced the need of EF for a good performance in the classical tests and in TEEV. The scores obtained by the sample on TEEV showed similarities with the classical measures of executive functioning and with BRIEF, an ecological measure. Thus, the developed game demonstrated to be sensitive to evaluate the same and executive components and abilities that other measures and additionally has the advantages of being contextualized, which has the potential to increase the motivation for its performance by the evaluated individual and to allow both a group and an detailed individualized assessment of multiple EF. Overall, the scores on TEEV correlated with the FDT, ToL, and BRIEF results, but further studies need to be conducted in order to raise its evidence of validity and factor structure.

Keywords: Cognitive Flexibility; Ecological validity; Inhibitory Control; Working Memory; Planning.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1.** Modelo teórico das Funções Executivas, conhecido como modelo fatorial. Essas funções se dividem em três componentes centrais, a memória operacional, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva, que subsidiam habilidades de maior complexidade, como o raciocínio, a resolução de problemas, a inteligência fluida e o planejamento (traduzido e adaptado de Diamond, 2013). 31
- Figura 2.** As cinco grandes regiões funcionais do córtex pré-frontal na face lateral cerebral e na face medial cerebral (traduzido de Córtex Pré-frontal, 2022). 34
- Figura 3.** O crânio de Phineas Gage (A) e a reconstrução computadorizada da anatomia da lesão que causou a sua mudança de personalidade (B a D; retirado de Neuropsicologia, 2021). 35
- Figura 4.** Frequência absoluta (f) das respostas acerca das apresentações exigidas pelos professores dos participantes (n= 30, 2 participantes responderam “não” na questão 1 e foram direcionados diretamente para a questão 3) e das apresentações preferidas pelos estudantes (n= 32). 64
- Figura 5.** Frequência absoluta (f) das respostas acerca dos motivos dos estudantes (n= 32) para as preferências pelos tipos de apresentações. 64
- Figura 6.** Frequência absoluta (f) das respostas acerca dos motivos dos estudantes (n= 32) para participar das Feiras de Ciências. 65
- Figura 7.** Frequência relativa (em porcentagem) das etapas mais utilizadas pelos estudantes (n= 32) para se preparar para apresentações orais. 66
- Figura 8.** Frequência relativa (em porcentagem) do gosto dos participantes (n= 32) pela área de Biologia. Não houve nenhuma resposta na categoria “Detesto”. 68
- Figura 9.** *Wireframe* da Sala de Aula. 85
- Figura 10.** *Wireframe* do Pátio. 85
- Figura 11.** *Wireframe* da Sala de Estudos. 86
- Figura 12.** *Wireframe* da Biblioteca. 86
- Figura 13.** *Wireframe* da Sala dos professores. 87
- Figura 14.** *Wireframe* do Mapa da escola. 87
- Figura 15.** *Wireframe* do Sistema do computador. 88
- Figura 16.** *Wireframe* da interface do jogo. 88
- Figura 17.** *Wireframe* dos sistemas de consulta da lista de tarefas e de ordenação das mesmas. 89

Figura 18. <i>Wireframe</i> do sistemas de classificação dos materiais.	89
Figura 19. <i>Wireframe</i> do inventário (mochila).	90
Figura 20. <i>Wireframe</i> da tela de seleção de personagens.	90
Figura 21. Identidade visual dos personagens jogáveis da versão final, com a estética de <i>Pixel Art</i> .	98
Figura 22. Animação do caminhar lateral de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.	98
Figura 23. Animação do caminhar para cima de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.	98
Figura 24. Animação de comemoração de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.	98
Figura 25. Animação de descanso de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.	98
Figura 26. Personagens não jogáveis (NPCs) representando a professora, o vigia, a bibliotecária e o estudante/amigo da versão final do TEEV.	99
Figura 27. Fluxograma das ações a serem realizadas ao longo do TEEV, na sequência considerada ideal, ou seja, mais eficiente, com o número das tarefas ocultas (TO), tarefas (T) e regras (R) correspondentes.	101
Figura 28. Telas de inserção do nome do jogador, de seleção do personagem e do tutorial com o mapa da escola virtual do TEEV.	102
Figura 29. Tela do sistema de ordenação das tarefas apresentado aos estudantes no início do TEEV para realização da Tarefa oculta 1: “Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização”.	103
Figura 30. Tela do momento no tutorial do TEEV em que se inicia a explicação acerca dos tipos de materiais a serem encontrados durante o jogo.	104
Figura 31. Tela da sala de aula de início do TEEV e da posição da mochila no ambiente. Também é possível visualizar as barras de saciedade e de cansaço (canto superior esquerdo) e os botões disponíveis na interface do jogo (botão para encerrar o jogo, lista de tarefas, lista de regras, resumo dos critérios de classificação dos materiais, botão de <i>play/pause</i> , mapa da escola e relógio para monitoramento do tempo). Na extremidade inferior direita é possível visualizar a localização do primeiro jornal.	105
Figura 32. Tela da localização do segundo jornal na extremidade superior direita da biblioteca. Também é possível visualizar dois corredores das estantes de livros desse ambiente, que são numeradas. Os quatro corredores de estantes são identificados por letras localizadas na extremidade esquerda, mas que ficaram fora do enquadramento desta tela.	106

- Figura 33.** Tela da sala de estudos da biblioteca onde se localizam o computador, a impressora, a bibliotecária e a mesa a ser reservada para a classificação dos materiais. Nessa tela, o jogador clicou na impressora antes de mandar imprimir os textos pelo computador e então, essa mensagem é disponibilizada. 107
- Figura 34.** Tela do computador indicando a localização dos livros por meio não só de informações visuo-espaciais acerca dos pontos onde estes podem ser encontrados (MO visuo-espacial), mas também de informações verbais utilizando letras e números, que definem os corredores da biblioteca e as estantes específicas em cada corredor onde eles estão localizados (MO verbal). 108
- Figura 35.** Tela do sistema da mochila com a informação acerca de quantos materiais já foram encontrados e de quantos materiais há ao todo, de cada tipo (por exemplo, “Livros: 1/3” indica que 1 livro foi coletado de um total de 3). O sistema também contém 14 bolsos nos quais podem ser estocados os biscoitos adquiridos nas máquinas de lanches e as garrafas d’água abastecidas nos bebedouros. 109
- Figura 36.** Tela da sala de estudos da biblioteca com a indicação da mesa a ser utilizada para a classificação dos materiais após a reserva desta com a bibliotecária. 111
- Figura 37.** Tela do sistema de classificação dos materiais em uma escala de 0 a 3 estrelas de acordo com o resumo dos critérios de avaliação informados no topo. Esse sistema também permite a seleção dos melhores materiais a serem utilizados para se preparar para a Feira de Ciências por meio do clique no ícone do polegar. Os materiais são organizados por tipo nas colunas e por subtema nas linhas. O clique nos materiais nessa tela permite a leitura do seu conteúdo. 112
- Figura 38.** Telas do conteúdo dos quatro tipos de materiais para o subtema “HPV” do tema “Doenças humanas”. Os materiais foram escritos de modo que o texto impresso seja confuso, resumido e antigo (0 estrelas); o livro seja coerente, mas resumido e antigo (1 estrela); o jornal, coerente e completo, mas antigo (2 estrelas) e as anotações do caderno, coerentes, completas e atuais (3 estrelas). Nesse caso, as anotações do caderno devem ser selecionadas como o melhor material disponível para a preparação para a Feira de Ciências no subtema “HPV”. 113
- Figura 39.** Telas do tutorial do TEEV em que se iniciam as explicações acerca das barras de saciedade e de cansaço. 116
- Figura 40.** Tela do sistema do jogo do celular utilizado para regenerar a barra de cansaço. No jogo, um personagem corre por uma paisagem e precisa desviar de obstáculos e de monstros. Esses últimos podem ser destruídos com uma espada. O jogador possui três vidas (corações). A cada colisão com os obstáculos e com os monstros uma vida é perdida e o jogo termina quando as três são esgotadas. O tempo total de duração do jogo é convertido na pontuação final, portanto, quanto maior o tempo em 118

que o personagem permanece vivo, maior é a pontuação.

Figura 41. Tela que ilustra a tentativa de encerramento do jogo por meio de uma conversa com a professora Áurea. Para efetivamente finalizar o TEEV é necessário confirmar a intenção de terminar. 120

Figura 42. Tela que ilustra a primeira pergunta ao final do jogo e as opções de resposta. O participante é questionado se lembra da localização dos livros, o que corresponde à Tarefa oculta 04 (Memorizar a localização dos livros). 121

Figura 43. Organização das etapas OD e OI do Teste de Dígitos em uma planilha com informações acerca dos diferentes níveis e tentativas, das sequências numéricas utilizadas (omitidas para preservação dos direitos autorais do teste), das respostas esperadas (gabarito, também omitido), das respostas dadas pelo participante, da correção e da pontuação obtida em cada tentativa e do cálculo dos escores do teste em cada etapa. 133

Figura 44. Esquema do teste de Cinco Dígitos (FDT) contendo as ilustrações das etapas, exemplos de estímulos e a resposta esperada em cada uma. 134

Figura 45. Sequência de tentativas do FDT, com exibição dos estímulos por 1 segundo, seguido de um intervalo de 1 s. Nesse caso foi representada a etapa de Alternância. 136

Figura 46. Tela (esquerda) e problemas (direita) da versão computadorizada do Teste da Torre de Londres utilizada no presente estudo, uma adaptação feita à versão de número 3 do teste homônimo disponível na bateria PEBL, com base na versão de Krikorian *et al.* (1994). 137

Figura 47. Fluxograma de realização do Estudo 4. TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; TAUISV: Termo de Autorização para Uso de Imagem e Som de Voz; FIDC: Ficha de Informações Demográficas e Clínicas; BRIEF: Breve Inventário das Funções Executivas; WASI: Escala Wechsler Abreviada de Inteligência; FDT: Teste de Cinco Dígitos; ToL: Teste da Torre de Londres; TEEV: Teste Executivo Ecológico e Virtual. 139

Figura 48. *Boxplots* dos escores brutos (DIOD, DIOI) e da maior sequência de dígitos em ordem direta (UDIOD) e em ordem inversa (UDIOI) obtidos por estudantes de EM (n=29) submetidos ao teste de Dígitos. * * Teste de Wilcoxon (Z= -2,592; p<0,01); * Teste de Wilcoxon (Z= -3,989; p<0,001). 144

Figura 49. *Boxplots* dos acertos, dos erros, das autocorreções e dos Tempos de Reação médios (ms) obtidos por estudantes de EM (n=29) submetidos ao teste de Cinco Dígitos, para os quais foram demonstrados efeitos significativos da Etapa por meio do teste de Friedman (respectivamente $X^2(3) = 39,017$; p<0,001; $X^2(3) = 39,658$; p<0,001; $X^2(3) = 59,031$; p<0,001; $X^2(3) = 59,524$; p<0,001). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de *p<0,001; ** p<0,01; *** p<0,05. TR_{médio}: Médias dos 147

tempos de reação obtidos em cada etapa do teste.

Figura 50. *Boxplots* dos índices de inibição e de flexibilidade calculados a partir da realização do FDT por estudantes de EM (n=29). * Teste de Wilcoxon (Z= -4,033; p<0,001). 148

Figura 51. *Boxplots* de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores relativos (Teste de Friedman, $X^2(3) = 38,733$; p<0,001) e ao tempo gasto em segundos (Teste de Friedman, $X^2(3) = 69,124$; p<0,001) para a resolução dos problemas em função do seu grau de dificuldade (2, 3, 4 ou 5 movimentos) no Teste da Torre de Londres (ToL). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * p<0,001; ** p<0,01; *** p<0,05. 149

Figura 52. *Boxplots* de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores relativos obtidos nos construtos de controle inibitório (CI) e flexibilidade cognitiva (FC). As comparações foram feitas pelo teste de Wilcoxon (Z= -2,164, p<0,05). 151

Figura 53. *Boxplots* de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores obtidos na tarefa oculta 2 (TO3), na tarefa oculta 4 (TO4) e na tarefa 6 (T6). As comparações foram feitas pelo teste de Wilcoxon: TO3 > TO4 (Z= -3,051, p<0,01); TO3 > T6 (Z= -3,938, p<0,001). 153

Figura 54. *Boxplots* de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores obtidos na tarefa 1 (T1), na tarefa 4 (T4) e na tarefa oculta 1 (TO1). As comparações foram feitas pelo teste de Friedman ($X^2(2) = 25,662$; p<0,001). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * p<0,001; *** p<0,05. 154

Figura 55. *Boxplots* do desempenho de estudantes no TEEV (n= 29) em relação à diferença entre o tempo gasto na ordenação das tarefas e na execução do teste (Teste de Wilcoxon, Z= -4,703, p<0,001) e ao efeito da qualidade da ordenação das tarefas sobre o tempo gasto na ordenação das tarefas (Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 14,386$; p<0,001) e sobre os escores relativos de memória operacional (MO; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 6,094$; p<0,05) e planejamento (PL; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 11,174$; p<0,01). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* de Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * p<0,001; ** p<0,01; *** p<0,05. Os participantes foram divididos em três grupos, com alta (A, n= 8) ou média qualidade (M, n= 12) na ordenação das tarefas ou em que não houve reordenação (N, n= 9). 155

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Conteúdo das dezesseis perguntas e das alternativas de respostas do questionário *online* aplicado a 45 estudantes de Ensino Médio do Distrito Federal, categorizados por objetivos de análise. 59
- Tabela 2.** Escores finais correspondentes às estratégias de preparação dos participantes (n= 32) para apresentações orais e frequência absoluta (f) das respostas para cada item, em cada ponto da escala do tipo *likert*. Os itens estão organizados em ordem decrescente do escore final. 67
- Tabela 3.** Escores finais correspondentes às preferências dos participantes (n= 32) pelos assuntos biológicos e frequência absoluta (f) das respostas para cada item, em cada ponto da escala do tipo *likert*. Os itens estão organizados em ordem decrescente do escore final. 69
- Tabela 4.** Lista de tarefas e de regras da versão piloto preliminar do TEEV, elaborada para a análise de juízes. 93
- Tabela 5.** Porcentagem de concordância entre os juízes (n=9) a respeito do construto ao qual pertence cada item (tarefa ou regra) na análise de conteúdo e a respeito da clareza dos itens na análise semântica. Os valores sublinhados indicam os itens que alcançaram o valor mínimo de concordância estabelecido e os valores em *itálico* indicam os itens que necessitam de revisão por inadequação semântica. O conteúdo dos itens está disponível na Tabela 4. 94
- Tabela 6.** Lista de tarefas a serem realizadas e de regras a serem cumpridas na versão final do Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV). 100
- Tabela 7.** Padronização da distribuição da qualidade dos materiais, de forma que a classificação e a seleção do material não dependa do tema escolhido pelo participante no início do TEEV. 115
- Tabela 8.** Critérios de pontuação para a análise do TEEV e o possível construto mensurado em cada item do jogo. 122
- Tabela 9.** Caracterização da amostra em relação aos dados demográficos, aos aspectos escolares, ao funcionamento executivo e à inteligência. 131
- Tabela 10.** Caracterização da amostra em relação ao histórico clínico (pessoal e familiar), à prática de atividade física e à ocorrência de contratempos no ambiente familiar. 132
- Tabela 11.** Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Breve Inventário das Funções Executivas (BRIEF), na Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (WASI) e no Teste de Dígitos para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. 144
- Tabela 12.** Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste de Cinco Dígitos (FDT) para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. 146

- Tabela 13.** Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste da Torre de Londres para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. 149
- Tabela 14.** Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV) para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. 150
- Tabela 15.** Média, desvio-padrão (DP) e valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) dos parâmetros comportamentais analisados no Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV) para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. Os resultados dos escores obtidos nas tarefas (T), tarefas ocultas (TO) e regras (R) estão apresentados em ordem decrescente. 152
- Tabela 16.** Critérios utilizados para classificar os itens do TEEV de acordo com o seu grau de dificuldade, com base nos resultados de frequência relativa (FR) de participantes (n=29) em cada escore; e número de itens por grau de dificuldade, tipo do item e construto possivelmente mensurado pelo item. 153
- Tabela 17.** Z-scores individuais dos participantes no TEEV (n= 29) em função do construto avaliado. 156
- Tabela 18.** Resultados do coeficiente de alfa de Cronbach por construto avaliado e considerando-se todo o instrumento (todos os itens). 157
- Tabela 19.** Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste de Dígitos (colunas) e do TEEV (linhas). 158
- Tabela 20.** Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste de Cinco Dígitos (FDT, colunas) e do TEEV (linhas). 159
- Tabela 21.** Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste da Torre de Londres (ToL, colunas) e do TEEV (linhas). 160
- Tabela 22.** Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os escores do BRIEF (colunas), por item e total, e os parâmetros comportamentais do TEEV (linhas). 161

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A - Grupo de participantes com alta qualidade na ordenação das tarefas do TEEV
- AIDS - Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (do inglês *Acquired Immunodeficiency Syndrome*)
- ANEB - Avaliação Nacional da Educação Básica
- BADS - *Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome*
- BNCC - Base Nacional Curricular Comum
- BRIEF - Breve Inventário das Funções Executivas
- C# - Linguagem de programação (lê-se *C-sharp*)
- CCA - Córtex Cingulado Anterior
- CI - Controle Inibitório
- CPF - Córtex Pré-frontal
- CPFDL - Córtex Pré-frontal Dorsolateral
- CPFOF - Córtex Pré-frontal Orbitofrontal
- CPFVL - Córtex Pré-frontal Ventrolateral
- CPFVM - Córtex Pré-frontal Ventromedial
- DEX - Questionário Disexecutivo (em inglês, *Disexecutive Questionnaire*)
- DF - Distrito Federal
- DI - Escore total, soma dos escores brutos obtidos em cada etapa do Teste de Dígitos
- DIOD - Escore bruto obtido na ordem direta do Teste de Dígitos
- DIOI - Escore bruto obtido na ordem inversa do Teste de Dígitos
- DP - Desvio-padrão
- EF - Escore Final (Etapa 1)
- EM - Ensino Médio
- FC - Flexibilidade Cognitiva
- FDT - Teste de Cinco Dígitos (em inglês, *Five Digit Test*)
- FE - Funções Executivas
- FIDC - Ficha de Informações Demográficas e Clínicas
- FR - Frequência relativa

GDD - *Game Design Document*

HPV - Papilomavírus Humano (do inglês *Human papillomavirus*)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

JEF - Avaliação Jansari das FE (em inglês, *Jansari Assessment of Executive Functions*)

JEF-C - Versão da Avaliação Jansari das FE para crianças

M - Grupo de participantes com qualidade média na ordenação das tarefas do TEEV

MEC - Ministério da Educação

MET - Teste de Múltiplas Tarefas (em inglês, *The Multiple Errands Test*)

MO - Memória Operacional

N - Grupo de participantes que não reordenou as tarefas do TEEV

NPCs - Personagens não jogáveis (em inglês, *Non-playable characters*)

OD - Ordem Direta do Teste de Dígitos

OI - Ordem Inversa do Teste de Dígitos

PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PEBL - *Psychology Experiment Building Language*

PL - Planejamento

PNAD - Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios

PNE - Plano Nacional da Educação

QI - Quociente de Inteligência

QIT-2 - Quociente de Inteligência Total obtido por meio da versão de 2 subtestes da WASI

R - regras do TEEV

SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica

SEEDF - Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

T - Tarefas do TEEV

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TAUISV - Termo de Autorização para uso de Imagem e Som de Voz

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDI - Total de dificuldades individuais verificadas por meio do TEEV

TDAH - Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

TAP - *Test of Attentional Performance*

TEA - Transtornos do Espectro do Autismo

TEEV - Teste Executivo Ecológico e Virtual

TO - Tarefas ocultas do TEEV

ToL - Teste da Torre de Londres (em inglês, *Tower of London Test*)

TPD - Total de participantes com dificuldades verificadas por meio do TEEV

TPI - Total de potencialidades individuais verificadas por meio do TEEV

TPP - Total de participantes com potencialidades verificadas por meio do TEEV

TR - Tempo de Reação

UDIOD - Maior sequência de dígitos em ordem direta no Teste de Dígitos

UDIOI - Maior sequência de dígitos em ordem inversa no Teste de Dígitos

UnB - Universidade de Brasília

VLT - Teste da Biblioteca Virtual (em inglês, *The Virtual Library Task*)

VMET - Versão Virtual do Teste de Múltiplas Tarefas

WASI - Escala Wechsler Abreviada de Inteligência

WISC-III - Escala Wechsler de Inteligência para Crianças III

WISC-IV - Escala Wechsler de Inteligência para Crianças IV

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	25
2 INTRODUÇÃO	28
2.1 Funções Executivas	28
2.1.1 Definição e conceitos	28
2.1.2 Modelo fatorial das Funções Executivas	29
2.1.3 Modelo de Funções Executivas de Lezak	32
2.1.4 Modelo das Funções Executivas “quentes” e “frias”	32
2.1.5 Neurobiologia das Funções Executivas	33
2.1.6 Desenvolvimento das Funções Executivas	37
2.1.7 Adolescência e Funções Executivas	38
2.2 Ensino Médio e o Contexto Educacional Brasileiro	40
2.3 Neurociências Aplicadas à Educação	43
2.4 Avaliação das Funções Executivas	49
3 OBJETIVOS	55
3.1 Objetivo geral	55
3.2 Objetivos específicos	55
4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	56
5 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 1	57
5.1 Relevância da Etapa 1 para o Estudo	57
5.2 Participantes	57
5.2.1 Critérios de inclusão	57
5.2.2 Critérios de exclusão	57
5.3 Questionário	58
5.4 Procedimento	61
5.5 Análise de dados	62
6 RESULTADOS – ETAPA 1	63
7 DISCUSSÃO – ETAPA 1	70
8 CONCLUSÃO – ETAPA 1	77
9 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 2	78
9.1 Relevância da Etapa 2 para o Estudo	78
9.2 Procedimentos teóricos	78
9.2.1 Definição do sistema psicológico, dos atributos e de suas dimensões	79
9.2.2 Definição constitutiva	79
9.2.3 Definição operacional	80
9.2.4 Análise de juízes	83
9.2.5 Processo de design gráfico e de programação do TEEV	83
9.3 Procedimentos experimentais	91

10 RESULTADOS E DISCUSSÃO – ETAPA 2	92
10.1 Resultados e discussão da análise de juízes	92
10.2 Versão final do TEEV	97
11 CONCLUSÃO – ETAPA 2	126
12 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 3	127
12.1 Relevância da Etapa 3 para o Estudo	127
12.2 Amostra	127
12.2.1 Critérios de inclusão	127
12.2.2 Critérios de exclusão	128
12.2.3 Participantes	128
12.3 Instrumentos	129
12.3.1 Ficha de Informações Demográficas e Clínicas (FIDC)	129
12.3.2 Breve Inventário das Funções Executivas (em inglês Brief Rating Inventory of Executive Functions, BRIEF) (Gioia et al., 2015).	129
12.3.3 Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (em inglês, Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, WASI) (Yates et al., 2006)	129
12.3.4 Teste de Dígitos (em inglês Digit-span task; Wechsler, 2013)	130
12.3.5 Teste de Cinco Dígitos (em inglês, Five Digit Test, FDT; Sedó, 2004)	134
12.3.6 Teste da Torre de Londres (em inglês, Tower of London Test, ToL, Krikorian et al., 1994)	136
12.3.7 Teste Executivo Ecológico-Virtual	138
12.3.8 Questionário Final	138
12.4 Procedimento	138
12.5 Análise de Dados	140
13 RESULTADOS – ETAPA 3	143
13.1 Resultados do teste de Dígitos	143
13.2 Resultados do FDT	143
13.3 Resultados do ToL	148
13.4 Resultados do TEEV	150
14 DISCUSSÃO – ETAPA 3	162
15 CONCLUSÃO – ETAPA 3	177
16 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
APÊNDICE A	190
APÊNDICE B	195

1 APRESENTAÇÃO

A motivação para a realização deste trabalho e as decisões e escolhas que foram tomadas para a sua realização se relacionam com a minha trajetória profissional e experiência. Dessa maneira, julgo importante uma breve apresentação destas para melhor compreensão do escopo do trabalho.

Sou bacharela e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília desde 2013. No quarto semestre da licenciatura comecei a participar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, conhecido como “Biologia Animada”. Por meio do projeto, tive o primeiro contato com a carreira docente. Desde o início da graduação tinha interesse em ser professora. No entanto, nesse primeiro momento, a docência era uma opção ainda inexplorada para mim, sendo, portanto, o PIBID muito importante para que eu tivesse a consciência de que a profissão de educadora fosse uma possibilidade real na minha vida. Essa experiência me proporcionou conhecer o mundo da educação por meio de outra perspectiva: a do educador, ao mesmo tempo em que ainda era estudante. Como bolsista do projeto, estagiei em duas escolas da rede pública do Distrito Federal, onde conheci a rotina das escolas, seu funcionamento, suas particularidades e realmente me sentia como parte da comunidade escolar.

Ao longo dos três anos que permaneci no programa, acredito que foram agregadas novas contribuições do PIBID para minha formação, as quais eu não imaginava possíveis a princípio. A questão agora não era mais a possibilidade de ensinar, mas sim, como, com quais métodos e técnicas e o que fazer para aumentar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem. A orientação das professoras da Universidade de Brasília, coordenadoras do projeto, a supervisão das professoras da rede pública, o compartilhamento das experiências com os colegas da licenciatura e a própria experiência na sala de aula contribuíram para que eu pudesse desenvolver novas habilidades para aprender e ensinar.

O PIBID também abriu caminhos para a carreira acadêmica por meio da organização e execução de intervenções na Semana de Extensão da UnB (2010 a 2012) e de oficinas em congressos e da iniciação científica na área de pesquisa em Ensino de Ciências que me proporcionou escrever os meus três primeiros artigos científicos. O

conjunto das reflexões que permearam a minha experiência na licenciatura, portanto, fomentou o meu interesse em continuar na carreira acadêmica e científica.

Simultaneamente ao PIBID, fui estagiária por 1 ano e meio na empresa “Biolúdica”, que tinha como objetivo a criação de jogos comerciais com temas biológicos voltados para o público infantil. O foco principal dos jogos era a ludicidade, apesar de serem importantes instrumentos de divulgação científica e do potencial de seu uso como material didático. Dentre outras funções, participei dos processos de criação de jogos com temas biológicos e dos eventos da empresa (torneios, lançamentos de jogos, entre outros) e ministrei oficinas de criação de jogos em uma escola particular de Educação Infantil em regime de ensino integral. Durante essa experiência, percebi o quanto o lúdico é valioso para a aprendizagem.

Após a conclusão do meu curso superior, tinha interesse em realizar o Mestrado de imediato. Desde a minha infância eu tinha fascínio em ler sobre os processos de memória e de aprendizagem e sentia que, apesar de tê-los estudado brevemente na graduação, essa curiosidade ainda não havia sido sanada. No intuito de aprofundar meus conhecimentos sobre esses processos cognitivos e a área de Neurociências, ingressei no Mestrado em Biologia Animal no Laboratório de Neurociência e Comportamento da UnB em 2013, sob a orientação da Profa. Maria Clotilde H. Tavares..

O período de dois anos do Mestrado foi marcado por muitos aprendizados, na medida em que realizei as disciplinas de pós-graduação e conheci alguns dos métodos de pesquisa científica da área por meio da participação em um projeto de pesquisa com primatas não-humanos no Centro de Primatologia da UnB e da condução de outros dois projetos, um que culminou na minha dissertação de Mestrado e outro com uso da técnica de estimulação magnética transcraniana.

No projeto da dissertação de Mestrado, tive o primeiro contato com a Neuropsicologia, o que despertou o interesse do aprofundamento na área. Nesse sentido participei de congressos, ministrei e realizei cursos e minicursos, participei da organização do Simpósio em Biologia Animal e escrevi artigos científicos, resumos publicados em anais de congressos e capítulos de livro, processos estes que também se fizeram presentes durante o curso de Doutorado. Destaco, ainda, os valiosos aprendizados e reflexões proporcionados pelos estágios em docência realizados no Ensino Superior em ambos os cursos (Mestrado e Doutorado).

Quando fui me inscrever para a seleção do Doutorado, em 2015, havia em mim um grande interesse em aliar as duas áreas que me interessam tanto: Neurociências e

Educação. A minha experiência em ambas, ainda que em início de carreira, me fazia perceber o quanto os conhecimentos de cada uma se sobrepunham e os enormes ganhos que poderiam advir em pesquisá-las e estudá-las em conjunto. Escrevi, então, um projeto de pesquisa e o apresentei para a professora Clotilde, que aceitou o desafio de orientá-lo e desde aquele primeiro esboço, me auxiliou no seu aprimoramento e desenvolvimento até chegarmos nos resultados que apresentamos nesta tese.

Simultaneamente ao curso de Doutorado, tive minhas primeiras experiências como educadora, agora no papel de regente e não mais de estagiária. Mediante a aprovação em processos seletivos simplificados, tive a oportunidade de ser docente no Ensino Básico (Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos) e no Ensino Superior como professora substituta na Universidade de Brasília (2017 e 2018) e na disciplina de Neuroanatomia e Neurofisiologia do curso de Neuropsicologia aplicada à Educação da Universidade CEUMA (2018). Cada uma das diferentes experiências como professora regente no perfil de professora-pesquisadora me fizeram crescer profissionalmente ao conhecer e encarar novos desafios, tendo como resultados reflexões e aprendizados e ao mesmo tempo, novas perguntas e curiosidades.

Logo, essa é a trajetória que antecedeu, motivou e permeou o desenvolvimento deste trabalho. Para fins de organização, a tese foi dividida em três etapas, que serão explicadas em linhas gerais a seguir e detalhadas ao longo do presente trabalho.

A Etapa 1 envolveu o levantamento e a análise das preferências e dos hábitos de 32 estudantes de Ensino Médio de escolas públicas do Distrito Federal acerca dos temas estudados e das metodologias adotadas usualmente na escola, por meio de um questionário *online*, com o objetivo de subsidiar a Etapa 2.

A Etapa 2, por sua vez, consistiu no desenvolvimento do Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV), desde as suas primeiras concepções até a versão final.

Por fim, a Etapa 3 envolveu um estudo empírico de aplicação do TEEV e de testes neuropsicológicos clássicos de forma remota (*online*) a 30 estudantes de Ensino Médio de escolas públicas e privadas do Distrito Federal e do entorno, bem como a análise dos dados resultantes.

2 INTRODUÇÃO

2.1 Funções Executivas

2.1.1 Definição e conceitos

Diariamente as pessoas se deparam com situações em que precisam realizar tarefas dentro de um prazo estipulado, por elas mesmas ou por outros e resolver problemas de forma inovadora. Para tal, elas fazem uso das chamadas Funções Executivas (FE), que permitem o controle de pensamentos, emoções, intenções e comportamentos de forma a propiciar o cumprimento de objetivos específicos de maneira consistente ao longo do tempo (Fuster, 2017).

A complexidade e a variedade de processos cognitivos abrangidos por essas funções dificultavam a elaboração de uma definição precisa capaz de descrevê-las inicialmente, o que resultou à época na acepção de que “Funções Executivas” fosse um termo guarda-chuva para diversos componentes separados (Chan *et al.*, 2008; Squire *et al.*, 2008). De forma integrada, esses componentes permitiriam que um indivíduo fosse capaz de elaborar e executar planos de forma a atingir seus objetivos, monitorar suas ações e avaliar as consequências destas, tomar decisões, resolver problemas, resistir a interferências, sustentar a atenção ao longo de uma tarefa, lidar com novidades, antecipar as consequências das ações de outros, bem como regular o próprio comportamento de acordo com o que é socialmente aceito (Ardila, 2008; Chan *et al.*, 2008; Diamond, 2013; Elliot, 2003).

O avanço das pesquisas científicas a respeito do tema nos campos de neurociência, neuropsicologia, neuroanatomia e áreas correlatas, favoreceu o desenvolvimento de modelos teóricos que proporcionaram maior clareza a respeito da definição constitutiva das FE e de seus diversos componentes, apesar de esta ainda não ser uma questão encerrada (Seabra *et al.*, 2014a). Os modelos teóricos das FE possuem suporte de diversas abordagens, tais como cognitivista, neuropsicológica, psicométrica e desenvolvimentista (Uehara; Charchat-Fichman; Landeira-Fernandez, 2013) e serão delineados a seguir.

2.1.2 Modelo fatorial das Funções Executivas

O modelo fatorial (Figura 1) utilizou-se de metodologias como a análise fatorial confirmatória e modelagem de equações estruturais para identificar três componentes centrais das FE, sendo eles o controle inibitório (CI), a memória operacional (MO) e a flexibilidade cognitiva (FC), bem como habilidades executivas de maior complexidade subsidiada por essa tríade, a saber, o raciocínio, a resolução de problemas e o planejamento (Miyake *et al.*, 2000; Diamond, 2013). A presente proposta utiliza o modelo fatorial (Figura 1) como referência para a investigação das FE, sendo assim, propõe a avaliação dos seus três componentes centrais e da habilidade de planejamento.

O primeiro dos componentes, o controle inibitório (CI), consiste em uma função de controle cognitivo, responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a estímulos específicos (Bunge; Mackey; Whitaker, 2009). De acordo com Diamond (2013), o CI pode ser subdividido em: a) controle de interferência em nível da inibição cognitiva, caracterizado pela inibição de pensamentos ou memórias não desejados, por exemplo, quando uma pessoa precisa evitar que sua mente “vagueie” ao ler um texto de forma que ela tenha de reler várias vezes uma mesma frase para compreender seu sentido; b) controle de interferência ao nível da atenção, que consiste em selecionar ou focar a atenção por meio do controle não automático (*top-down*) de interferências; c) inibição de respostas ou autocontrole que envolve controlar os comportamentos ou o reflexo das emoções no comportamento (avaliado, por exemplo, em tarefas em que há um atraso no recebimento de recompensa pelos participantes, que precisam resistir a tentações durante esse período), bem como selecionar respostas adequadas a diferentes estímulos ou ainda, inibir respostas motoras já iniciadas de acordo com um sinal auditivo ou visual.

Por sua vez, a memória operacional (MO) é considerada como um sistema complexo de memória e cognição com capacidade limitada (Baddeley, 1992) que permite a manipulação de informações relevantes para a realização de tarefas, mantendo-as disponíveis para acesso enquanto forem necessárias para a resolução de problemas, para o raciocínio, o planejamento e outras atividades complexas (Diamond, 2013).

O modelo original de MO, elaborado por Baddeley e Hitch em 1974, apresentou como componentes dois sistemas subsidiários ou de apoio, a alça fonológica e o esboço visuo-espacial e um sistema de controle da atenção relacionado ao lobo frontal e às FE e denominado executivo central (Baddeley; Hitch, 1974; Baddeley, 1992), responsável por coordenar e integrar as informações provenientes dos subsistemas da MO (Henry, 2012). A alça fonológica armazena temporariamente informações verbais e acústicas por meio

de uma estratégia de ensaio subvocal, ou seja, repetição mental das informações (Baddeley, 2000). Já o esboço visuo-espacial, armazena informações visuo-espaciais e pode ser fracionado em componentes visuais, espaciais e possivelmente cinestésicos (Henry, 2012).

A insuficiência do modelo para explicar novos resultados, fez com que Baddeley sugerisse um novo componente, o retentor episódico, responsável por combinar as informações sensoriais e aquelas armazenadas nos dois sistemas de apoio e na memória de longo-prazo, deixando-as disponíveis para acesso e modificação pelo executivo central de forma consciente (Baddeley, 2000). Assim, apesar de também possuir capacidade limitada, o retentor episódico pode ser considerado como um sistema reserva de armazenamento temporário multimodal, que aumenta a capacidade da MO (Henry, 2012).

Por fim, o último componente central das FE consiste na flexibilidade cognitiva (FC) e está relacionado à habilidade de adaptar as estratégias de processamento cognitivo em resposta às possíveis mudanças que ocorram durante a execução de uma tarefa que resultem em condições novas e inesperadas do ambiente (Déak, 2003). A FC prevê, ainda, a capacidade de um indivíduo em utilizar experiências anteriores para conduzir situações novas, realizar rearranjos que permitam a elaboração de novos comportamentos, alterar a perspectiva de visualização de um problema ou um estímulo, aproveitar novas oportunidades e alternar, quando necessário, a produção de comportamentos diferentes para o cumprimento de mais de um objetivo importante (Diamond, 2013; Squire *et al.*, 2008). Este componente é testado quando as modificações são, até certo grau, imprevisíveis ou novas, de forma que os indivíduos não possam utilizar respostas automáticas e que o conflito entre as respostas alternativas não seja trivial (Déak, 2003).

Em conjunto, esses três componentes sustentam a habilidade executiva de planejamento (Diamond, 2013). Planejar envolve ordenar ações, em uma sequência cronológica e monitorar a execução dessas ações, até o cumprimento dos objetivos definidos (Fraib; Bialystok, 2006). Sendo assim, o planejamento se subdivide em etapas sequenciais, sendo elas, a definição de um objetivo geral e a elaboração de um plano de ação, seguida da sua execução e da avaliação do cumprimento do que havia sido proposto, e este plano pode ser subdividido em sequências menos complexas para o cumprimento de objetivos menores até se atingir o objetivo final (Smith; Kosslyn, 2006).

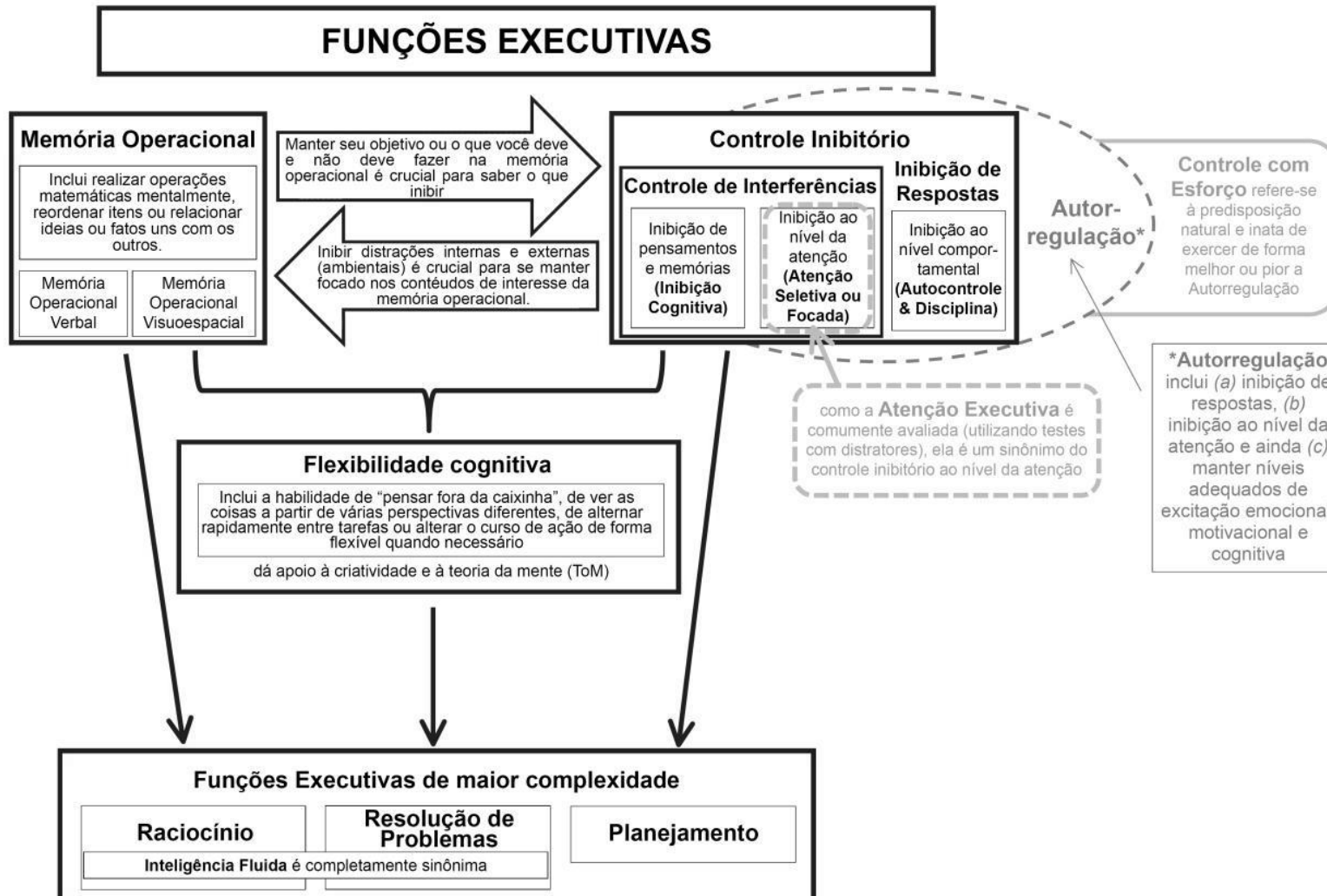


Figura 1. Modelo teórico das Funções Executivas, conhecido como modelo fatorial. Essas funções se dividem em três componentes centrais, a memória operacional, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva, que subsidiam habilidades de maior complexidade, como o raciocínio, a resolução de problemas, a inteligência fluida e o planejamento (traduzido e adaptado de Diamond, 2013).

2.1.3 Modelo de Funções Executivas de Lezak

Lezak (2012) propõe uma organização em quatro componentes: a) volição; b) planejamento e tomada de decisão; c) comportamento com propósito e d) desempenho efetivo. A volição se relaciona com a iniciação do comportamento, que depende da motivação e da intenção do indivíduo em realizar uma tarefa. O planejamento envolve a organização para a realização da tarefa, isto é, refletir e tomar decisões sobre como ela será feita. O comportamento com propósito envolve a conversão daquilo que tinha sido planejado em uma atividade produtiva e consiste em efetivamente iniciar a atividade, manter-se engajado em sua realização e sempre que necessário alterar ou inibir o curso de ação, caso ele não esteja sendo adequado. O último componente, o desempenho efetivo, trata-se de um controle de qualidade, uma checagem ou automonitoramento do que está sendo realizado ao longo do tempo (Lezak, 2012; Burgess; Stuss, 2017; Seabra *et al.*, 2014a).

2.1.4 Modelo das Funções Executivas “quentes” e “frias”

A partir de uma perspectiva evolutiva e com base em estudos de lesão cerebral, Ardila (2008) propõe uma classificação das Funções Executivas em a) emocionais/motivacionais: responsáveis por satisfazer os impulsos límbicos de acordo com as restrições impostas socialmente; e b) metacognitivas: habilidades executivas complexas de autorregulação dos processos cognitivos e do comportamento dos indivíduos em contextos emocionalmente neutros. Essas duas categorias de FE são conhecidas respectivamente como “quentes” e “frias” (Zelazo; Qu; Muller, 2005). O principal aspecto que dá suporte para essa divisão é o envolvimento ou não com aspectos motivacionais e emocionais, embora em situações reais da vida diária, seja improvável que uma seja utilizada sem o apoio da outra e assim, há interações entre elas (Ardila, 2008).

A compreensão da interação entre os processos executivos metacognitivos e emocionais ganha suporte com a Hipótese do Marcador Somático, elaborada por António Damásio em 1994 (Damásio, 1996). Essa hipótese, propõe que as emoções de um indivíduo, na medida em que provocam manifestações fisiológicas e autonômicas, resultam em um estado somático (estado emocional com somatização, estado psicofisiológico) que os auxilia na tomada de decisões e na elaboração de comportamentos adequados para cada situação (Uehara; Charchat-Fichman;

Landeira-Fernandez, 2013). As decisões tomadas por um indivíduo em algum momento de sua vida em que houve alta valência emocional são armazenadas nos sistemas de memória em associação com os estados somáticos ocasionados por elas ou por suas consequências e assim, quando o indivíduo vivencia uma situação parecida no futuro, o estado somático associado é novamente eliciado e fornece pistas inconscientes para a seleção da resposta comportamental mais vantajosa ou adequada (Bechara; Damásio, 2005). O fato de que o indivíduo pode evitar circunstâncias aversivas em contextos sociais se souber regular suas emoções de modo a inibir seus impulsos e a produzir comportamentos socialmente aceitos é adaptativo, pois permite conquistar vantagens e evitar novas situações aversivas (Ardila, 2008).

2.1.5 Neurobiologia das Funções Executivas

As FE não envolvem tarefas óbvias ou fáceis de serem realizadas, pelo contrário, exigem o emprego de esforço mental pelos indivíduos, sendo por isso classificadas no arcabouço teórico da psicologia cognitiva como processos controlados, dentro da dicotomia existente entre estes e os processos automáticos (Diamond, 2013). Os processos automáticos ou *bottom-up* são aqueles de reação direta ao ambiente, realizados de forma espontânea ou intuitiva, conduzidos principalmente pelos estímulos sensoriais externos e dependentes de vias neurais bem estabelecidas, especialmente subcorticais, seja de forma inata ou aprendida (Squire *et al.*, 2008). Os processos controlados, por sua vez, estão alocados em um nível mais complexo de processamento *top-down*, no qual os conhecimentos, as expectativas, as experiências anteriores dos sujeitos e seus objetivos possuem grande influência nos comportamentos a serem produzidos (Smith; Kosslyn, 2006). O empenho resultante da realização desses tipos de processos deriva da sua alta dependência de regiões cerebrais corticais e por isso há um limite baixo na capacidade de realizar mais de um processo controlado simultaneamente (Squire *et al.*, 2008).

Historicamente, as primeiras publicações relacionadas às observações clínicas de comprometimento nas FE associaram-se a estudos sobre lesões nos lobos frontais (Hamdan; Pereira, 2009), apesar dessas funções não serem reconhecidas à época. Um dos primeiros casos de que se tem conhecimento (e mais famosos) foi o de Phineas Gage, um operário na construção de uma linha férrea que sofreu uma lesão em ambos os hemisférios do lobo frontal, após uma explosão acidental (Harlow, 1948). Apesar de manter a linguagem e a capacidade de locomoção intactas, sua personalidade mudou

drasticamente de um operário exemplar para uma pessoa impulsiva, desinibida, perseverante em respostas não recompensadas, negligente aos seus objetivos e às consequências de suas ações, indiferente às próprias emoções e às emoções de outros, constituindo um quadro clínico posteriormente nomeado “Síndrome Disexecutiva” ou “Disfunção Executiva”, caracterizado por dificuldades no planejamento e na organização do comportamento (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2019).

Do ponto de vista anatômico, o lobo frontal consiste em uma divisão do cérebro localizada anteriormente ao sulco central e acima do sulco lateral (Machado; Haertel, 2013). O córtex do lobo frontal contém importantes áreas de controle motor, tais como o córtex motor primário, a área motora suplementar e área pré-motora, no entanto, a porção mais anterior desse lobo compreende uma importante área associativa, o córtex pré-frontal (CPF) (Bear; Connors; Paradiso, 2017), que ocupa cerca de 30% do córtex total em humanos (Goldberg, 2009).

São reconhecidas cinco grandes regiões funcionais para o córtex pré-frontal (Figura 2): o córtex pré-frontal dorsolateral (CPF DL), córtex pré-frontal ventrolateral (CPF VL), córtex orbitofrontal (CPF OF), córtex pré-frontal ventromedial (CPF VM) e córtex cingulado anterior (CCA) (Lent, 2010). Estas podem ser subdivididas em pelo menos 18 áreas citoarquitetônicas de Brodmann (Squire *et al.*, 2008).

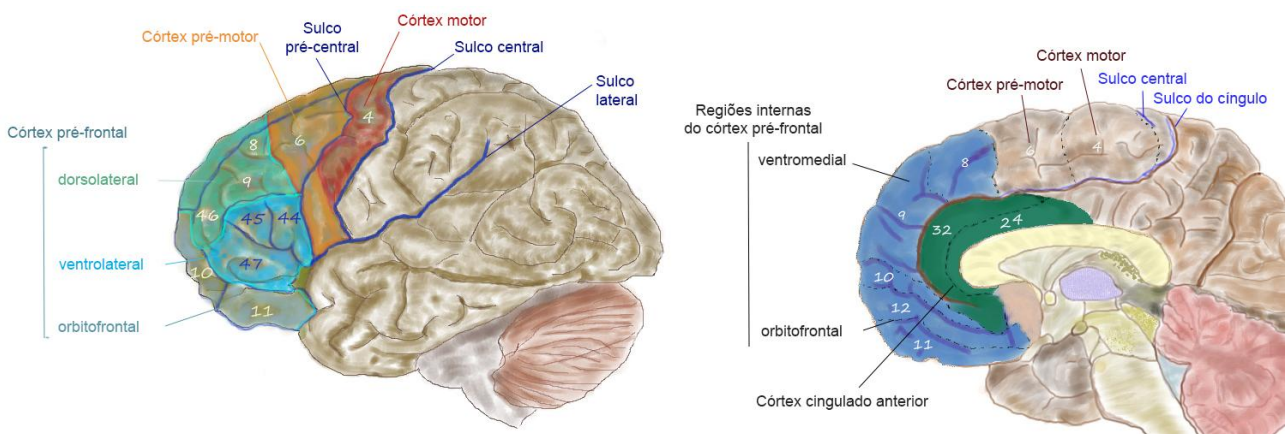


Figura 2. As cinco grandes regiões funcionais do córtex pré-frontal na face lateral cerebral e na face medial cerebral (traduzido de Córtex Pré-frontal, 2022).

O interesse no estudo do CPF apresentou-se tardiamente na história da neurociência (Goldberg, 2009) e tem aumentado nas últimas décadas (Anderson *et al.*, 2008; Hamdan; Pereira, 2009). Antes disso, contudo, já existiam inúmeros relatos sobre déficits nos processos cognitivos que hoje são conhecidos como FE: o caso clínico de

Phineas Gage já mencionado, por exemplo, caracteriza-se como uma disfunção executiva decorrente de uma lesão bilateral no CPF, especialmente nos CPFOF e CPFVM, conforme demonstrado por meio do uso de técnicas de neuroimagem do crânio do paciente (Figura 3), que forneceu a localização provável das regiões lesionadas em um estudo realizado mais de 130 anos após sua morte por Damásio e colaboradores (1994).

Entretanto, após uma revisão de literatura que considera cinquenta anos de pesquisas envolvendo o CPF nas áreas de neuropsicologia clínica, avaliação neuropsicológica, psicométrica, neurobiologia, com base em estudos de elaboração de modelos teóricos, de desenvolvimento de testes neuropsicológicos e aqueles que utilizam técnicas de neuroimagem e a avaliação de lesões cerebrais, Burgess e Stuss (2017) recomendam considerar sistemas ou circuitos cerebrais como bases neurobiológicas das FE, em detrimento de regiões corticais isoladas.

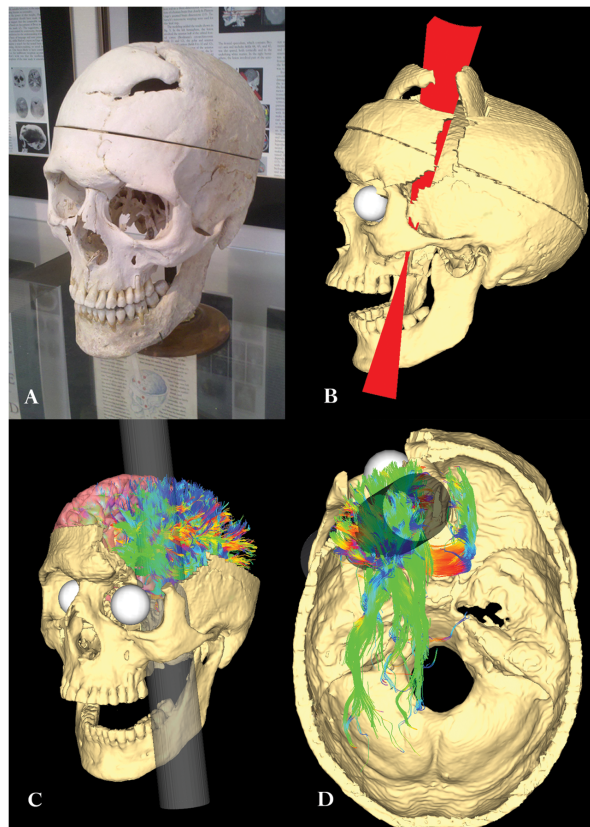


Figura 3. O crânio de Phineas Gage (A) e a reconstrução computadorizada da anatomia da lesão que causou a sua mudança de personalidade (B a D; retirado de Neuropsicologia, 2021).

De fato, o CPF trata-se de uma região com uma extensa rede de conexões neurais com outras áreas corticais e subcorticais por meio de projeções diretas ou com poucas

sinapses, o que o privilegia para subsidiar o controle cognitivo (Gazzaniga et al., 2019) e a integração de eventos ao longo do tempo por meio da organização temporal das informações (Aron; Robbins; Poldrack, 2004). Essa característica permite acesso e influência sobre informações sensoriais de todas as modalidades, aos sistemas motores, aos sistemas de memória e ao sistema límbico, fazendo a ligação e a coordenação entre os inputs externos e internos com os possíveis outputs motores a serem gerados (Squire et al., 2008). Já foram descritas projeções intrínsecas entre as diferentes regiões do CPF, ipsilaterais e contralaterais, que são substratos para a distribuição de informações por todo o cérebro (Gazzaniga et al., 2019).

Desse modo, há uma distinção entre a síndrome frontal e a síndrome disexecutiva, que portanto não são sinônimos, justamente porque as FE não dependem de uma área específica e unitária do CPF, mas sim de um sistema complexo que pode ser subdividido em subsistemas com separação anatômica e comportamental; além disso, o próprio CPF tem regiões que, não estão relacionadas com o que Burgess e Stuss (2017) consideram como FE, mas sim com aspectos emocionais. Um estudo iniciado nos anos 70 sobre os efeitos a longo prazo da realização de procedimentos de leucotomia com diferenciação tanto funcional e clínica quanto na localização das lesões demonstraram que o grupo de pacientes com lesões em regiões dorsolaterais do CPF apresentava comprometimentos relacionados à perseveração e a dificuldades em realizar múltiplas tarefas, enquanto as lesões ventromediais e orbitofrontais no CPF do segundo grupo de pacientes ocasionavam dificuldades na autorregulação e no controle emocional, sem prejuízo, no entanto, no quociente de inteligência (QI) e nas medidas clássicas de FE (Stuss et al., 1981).

Filogeneticamente, o córtex pode ser subdividido em regiões mais antigas, o arquicórtex, relacionado às áreas hipocámpais, e o paleocórtex e em uma região mais recente, o neocórtex (Machado; Haertel, 2013). Há evidência de que a origem evolutiva das regiões neocorticais dorsais e ventromediais do CPF são respectivamente arquicortical e paleocortical, o que explica porque o CPFDL está mais relacionado ao processamento sensorial, à memória operacional e ao processamento cognitivo, enquanto o CPFVM e CPFOF ao processamento emocional e à expressão comportamental, que não são necessariamente processos executivos (Burgess; Stuss, 2017). Essa distinção anatômica evolutiva e funcional corrobora o modelo de FE de dissociação entre funções metacognitivas (“frias”) e emocionais/motivacionais (“quentes”), porém, Burgess e Stuss (2017) não consideram essas últimas como Funções Executivas.

No entanto, para Alvarez e Emory (2006) e Ardila (2008), as Funções Executivas “frias” são principalmente utilizadas em contextos neutros ou sem conteúdo emocional evidente e subsidiadas pelo circuito dorsolateral, composto por uma rede de projeções do CPFDL ao núcleo caudado; já as FE “quentes” são importantes para a autorregulação emocional e comportamental dentro do que é socialmente aceito, por meio da atividade de dois circuitos: a) o circuito ventromedial envolve projeções do CCA ao núcleo accumbens e apresenta alta superposição com o sistema límbico; e b) o circuito orbitofrontal estabelece conexões entre o CPF OF e o núcleo caudado. O núcleo accumbens consiste na porção anterior do núcleo caudado, que por sua vez faz parte do corpo estriado e ambos integram a via mesolímbica dopaminérgica associada ao sistema de recompensa e relacionada ao prazer e à impulsividade (Lent, 2010). As projeções descritas entre o corpo estriado e o CPF se propagam em alças pelos núcleos subcorticais e são enviadas de volta para o lobo frontal via tálamo, o que sugere uma alta interdependência entre o CPF e essas estruturas (Squire *et al.*, 2008). Assim, as FE, apesar de intimamente associadas com o CPF, não dependem apenas dele em isolamento, mas do funcionamento intacto do circuito córtico-estriatal dopaminérgico (Elliot, 2003). São mantidas, portanto, conexões do CPF com o sistema límbico e projeções diretas e indiretas, via tálamo, com o hipocampo, a amígdala e o hipotálamo (Squire *et al.*, 2008).

Nessa mesma direção, uma metanálise crítica qualitativa e quantitativa das variáveis moderadoras evidenciadas em estudos de neuroimagem de pacientes com lesões cerebrais e submetidos a medidas clássicas das FE indicou uma sensibilidade, mas não uma especificidade dessas medidas para o CPF, e assim, sugere que as FE são subsidiadas por um sistema composto por conexões entre uma rede cortical mais ampla e regiões subcorticais (Alvarez; Emory, 2006).

2.1.6 Desenvolvimento das Funções Executivas

Do ponto de vista filogenético, Ardila (2008) argumenta que o desenvolvimento das FE teve início com as chamadas funções emocionais/motivacionais. Isso decorre das vantagens possibilitadas pelas FE “quentes”, que possuem portanto, um papel evolutivo essencial na sobrevivência e na reprodução, na medida em que permitiram aos nossos ancestrais a aquisição de recursos, bem como permeavam as relações sociais (de dominância, por exemplo), sendo por isso compartilhadas com os outros primatas não-humanos e com os homínídeos. De acordo com o autor, há escassez de evidências

convincentes da existência das FE frias em hominídeos, o que o leva a concluir que estas se desenvolveram mais tardiamente ao longo da evolução humana, como resultado provável do desenvolvimento do que ele chama de instrumentos culturais de conceitualização, dependentes da representação mental e importantes para a metacognição, tais como a matemática, o registro por meio de desenhos, a tecnologia e especialmente a linguagem, esta última por possibilitar o discurso interno e a transmissão de conhecimentos, seja pela oralidade, seja pela escrita (Ardila, 2008).

De modo geral, do ponto de vista ontogenético, as habilidades executivas costumam se desenvolver ao longo do ciclo vital em um padrão no formato de uma curva em U invertido em função do início do seu desenvolvimento na primeira infância, do seu aprimoramento no decorrer da infância e da adolescência, do alcance do ápice na vida adulta e de um declínio típico associado ao envelhecimento normal (Belham *et al.*, 2013, 2017; Cardoso *et al.*, 2016; Kalbfleisch, 2017; Satler, 2012; Zelazo; Craik; Booth, 2004).

Portanto, há consenso na literatura de que as FE são aprimoradas de forma não homogênea ao longo da infância e tendem a atingir a maturidade durante a adolescência, a exemplo das habilidades de controle da atenção, do aumento da velocidade do processamento e também do CI (Anderson; Jacobs; Anderson, 2008; Best; Miller, 2010; Huizinga *et al.*, 2006; Kalbfleisch, 2017; Seabra *et al.*, 2014a).

Alguns constructos – como a MO, a FC, o planejamento, a resolução de problemas, a fluência verbal e a tomada de decisões – entretanto, somente são aperfeiçoados do final da adolescência até o início da vida adulta, pois nessa fase acredita-se que há uma melhora na aplicação efetiva e eficiente das habilidades de controle do comportamento, já adquiridas na infância e durante a adolescência (Jurado; Rosselli, 2007; Huizinga *et al.*, 2006; Seabra *et al.*, 2014a). Considerando-se que a FC e as habilidades executivas mais complexas dependem em certo nível do funcionamento adequado do CI e da MO, de acordo com o modelo fatorial das FE, seu desenvolvimento tardio torna-se compreensível (Diamond, 2013; Best; Miller, 2010; Huizinga; Dolan; Molen, 2006; Seabra *et al.*, 2014a).

2.1.7 Adolescência e Funções Executivas

A compreensão do avanço das FE na adolescência do ponto de vista ontogenético requer considerar que o desenvolvimento é multidimensional e envolve não só os aspectos cognitivos e biológicos já discutidos, mas também outros aspectos físicos, psicológicos, sociais e a interação entre eles, isto é, deve-se levar em consideração o

crescimento, a saúde, o desenvolvimento cerebral, sensorial e motor, os processos cognitivos, a personalidade, as emoções e as relações sociais (Baltes; Smith, 2004).

A adolescência pode ser conceituada como um período de transição no ciclo vital entre a infância e a vida adulta, caracterizada pelo início da puberdade e pelas alterações hormonais e a maturidade sexual dela decorrentes, pela busca por identidade pessoal e sexual, por autonomia, por compromisso e pela adoção de novos papéis sociais (Haase, 2009; Papalia; Feldman, 2013). Sendo assim, a maturidade sexual, a responsabilidade por si mesmo e por suas decisões e a independência financeira são critérios importantes para a entrada na vida adulta por meio da substituição gradativa da individualização característica da adolescência pela recentralização, portanto, a adolescência pode se estender dos 11 aos 20 anos de idade, com variações a depender de fatores individuais, sociais e culturais (Papalia; Feldman, 2013). Ela normalmente envolve redução na prática de atividades físicas e nas horas de sono e de convívio familiar, bem como aumento do convívio com os pares e da influência destes, da preocupação com a imagem corporal (o que pode levar ao desenvolvimento de transtornos alimentares), do uso e abuso de substâncias químicas, da prevalência de depressão e do ingresso em relações amorosas e nas atividades sexuais (Papalia; Feldman, 2013).

O desenvolvimento cognitivo na adolescência é caracterizado por aumento da experiência e da quantidade de informações armazenadas na memória de longo-prazo, expansão da capacidade da MO, aumento contínuo na velocidade de processamento e aprimoramento das Funções Executivas (Kuhn, 2006). Em boa medida, isso permite que os adolescentes sejam capazes de pensar em termos abstratos e relativos, além de utilizarem o raciocínio hipotético-dedutivo para resolver problemas, o que é característico do estágio do desenvolvimento cognitivo em que tipicamente se encontram de acordo com a teoria de Piaget, o estágio operatório-formal (Piaget, 1972).

É importante considerar que as bases neurobiológicas que dão suporte para os processos cognitivos também estão em desenvolvimento nos adolescentes e ainda não atingiram sua maturidade, o que pode explicar os comportamentos também imaturos neles observados, especialmente no que concerne ao autocontrole e à regulação emocional (Papalia; Feldman, 2013). Há evidências de podas sinápticas em circuitos cerebrais ineficientes e mielinização contínua e gradativa no cérebro no sentido posterior a anterior, da infância até a vida adulta, que tem como consequências o aumento na conectividade e no volume da substância branca, redução na densidade da substância cinzenta e maior eficiência e velocidade no processamento de informações; no entanto,

durante a adolescência esses fenômenos ainda não atingiram completamente o lobo frontal (Kuhn, 2006; Crone, 2009). Além disso, há evidências empíricas de que os adolescentes de 11 a 13 anos processam estímulos e situações emocionais com auxílio especialmente da amígdala cerebral e de uma rede cerebral socioemocional, enquanto adolescentes de 14 a 17 anos passam a utilizar cada vez mais a rede de controle cognitivo centrada no CPF (Kuhn, 2006; Papalia; Feldman, 2013). Portanto, o padrão de desenvolvimento das FE se relaciona intimamente com as alterações na anatomia cortical e na crescente inclusão de áreas pré-frontais em diversos circuitos cognitivos, indicando uma influência gradativa das FE no comportamento ao longo do ciclo vital (Anderson *et al.*, 2008). Isso está alinhado às pesquisas que relacionam as FE a um sistema complexo de redes neurais e ao modelo de FE “quentes” e “frias”, descritos nas seções anteriores (Ardila, 2008; Alvarez; Emory, 2006; Burgess; Stuss, 2017).

2.2 Ensino Médio e o Contexto Educacional Brasileiro

O Ensino Médio (EM) consiste na etapa da Educação Básica que abrange a faixa etária de 15 a 17 anos, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996).

No contexto educacional brasileiro, o desempenho insatisfatório dos estudantes avaliados por meio da Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB)¹ integrante do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do Ministério da Educação (MEC) destaca-se como um dos problemas mais graves enfrentados no EM, paralelamente à dificuldade de acesso por parte dos jovens a essa etapa do ensino (Cruz; Monteiro, 2014).

Segundo a Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) em 2019, apenas 71,4% dos jovens na faixa etária entre 15 e 17 anos estavam cursando o EM (ou já haviam concluído), enquanto o restante ou permanecia no Ensino Fundamental ou não estava estudando e não havia concluído o EM. Isso caracteriza-se como desafiador ao se considerar a meta 3 do Plano Nacional da Educação (PNE) de universalizar o atendimento escolar gratuito dessa faixa etária e de elevar a taxa líquida de matrícula desses jovens no EM para 85% em 2016, o que não havia se concretizado ainda em nenhuma região brasileira em 2020 (IBGE, 2020). Uma percentagem equivalente a 20%

¹ A ANEB é realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e avalia toda a Educação Básica. A ANEB deveria ter sido realizada em 2020, porém foi suspensa no referido ano em função da pandemia de COVID-19 e somente foi retomada em novembro de 2021. As informações demoram a ser divulgadas e, portanto, apenas conseguimos o acesso a dados mais completos das edições de 2017 e 2018, com exceção de alguns dados da edição de 2019.

dos jovens de 14 a 29 anos não completou o EM em função do abandono ou de não ter sequer ingressado nessa etapa do ensino, sendo a necessidade de trabalhar a principal motivação para tal (39,1%), seguida da falta de interesse em estudar (29,2%) (IBGE, 2020).

De acordo com Cruz e Monteiro (2019), a avaliação do desempenho dos estudantes do EM no território nacional por meio da ANEB de 2017 revelou que a percentagem de estudantes com aprendizado adequado para a série em Matemática foi de apenas 9,1%, valor bastante inferior à meta (52,7%) definida para esse período. Nessa mesma avaliação, a percentagem de estudantes proficientes em Língua Portuguesa (29,1%) também ficou abaixo da meta definida para 2017 (58,1%). O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nacional foi de 3,8, o que representa uma estagnação, tendo em vista um aumento de apenas 1 ponto percentual de 2011 a 2017. Apesar de o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) das escolas particulares do Brasil ter aumentado de 5,3 em 2015 para 5,7 em 2017, esse mesmo índice permaneceu inalterado e na ordem de 3,5 durante esse período para as escolas públicas, segundo os mesmos autores. A distorção idade-série em 2018 foi de 17,2% dos estudantes de EM, o que significa que a cada 100 estudantes matriculados, 17 têm uma defasagem de mais de 2 anos na idade adequada para a série que está cursando (Cruz; Monteiro, 2019). O panorama geral apresentado evidencia a necessidade de programar iniciativas que visem a auxiliar na melhoria do desempenho escolar e na permanência dos jovens matriculados no EM, especialmente na rede pública.

A educação no Distrito Federal (DF), por sua vez, apresenta níveis superiores ao que vem sendo registrado no nível nacional. Em 2018, a taxa líquida de matrícula no EM para a faixa etária de 15 a 17 anos foi de 71,3%, valor superior à taxa nacional para aquele ano (68,7%), enquanto o número de jovens de 19 anos que concluíram o EM em 2018 foi de 76,5% para o DF e 63,6% para o Brasil como um todo. Apesar disso, há desafios em relação ao nível da aprendizagem, pois apenas 39,3% dos estudantes alcançam o aprendizado adequado em Língua Portuguesa, que declinou em relação a 2015 (41,5%) e 17% em Matemática (12,9% em 2015), sendo esta última a maior percentagem observada no Brasil (Cruz; Monteiro, 2019), mas ainda assim, trata-se de um dado alarmante devido ao seu baixo valor.

Em grande medida, em função do quadro apresentado, recentemente o EM passou por uma reforma mediante a publicação da Lei 13.415/2017, o que resultou no formato conhecido como Novo Ensino Médio, cuja implementação vem acontecendo

gradualmente em escolas piloto (Brasil, 2017). Em linhas gerais, a reforma padronizou o currículo em âmbito nacional por meio da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que prevê uma organização em dois eixos: a) a formação geral básica, comum a todos os estudantes e que obrigatoriamente inclui apenas as disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática e b) os itinerários formativos, subdivididos em cinco áreas de conhecimento, que são flexíveis e dependem tanto da escolha do estudante e da adequação ao seu projeto de vida, quanto da oferta pelas Unidades de Ensino (Brasil, 2017). Além disso, a reforma ampliou a carga horária total do EM, mas ao mesmo tempo permite que parte dela seja cumprida por meio de projetos, oficinas, cursos profissionalizantes, cursos de idioma, trabalho voluntário ou remunerado, dentre outros, presencialmente ou à distância (Brasil, 2017).

À primeira vista, a proposta parece promissora, na medida em que tem o potencial de valorizar o protagonismo e a autonomia dos estudantes, bem como apresentar os conteúdos de forma contextualizada, integrada e interdisciplinar. Há, no entanto, várias críticas em âmbito nacional e distrital, especialmente em relação à falta de um manual para implementação da proposta, à incerteza acerca da organização dos itinerários formativos, bem como das competências e habilidades a serem trabalhadas nestes, especialmente nos componentes curriculares de caráter não obrigatório, ao controle do acesso dos estudantes a vários conteúdos importantes para sua formação, à baixa maturidade dos estudantes para orientar suas escolhas, ao potencial de aumentar as desigualdades sociais, ao caráter instrumental e tecnicista do currículo, voltado para o mercado de trabalho, às consequências negativas à formação humana global e de cidadãos com capacidade crítica e reflexiva, à dificuldade de avaliar os estudantes, à ausência de materiais básicos e equipamentos tecnológicos nas escolas e à fragilidade e/ou ausência de iniciativas para a formação continuada de professores para lidar com esse novo contexto (Caetano; Alves, 2020; Louzada *et al.*, 2021; Ribeiro; Zanardi, 2020; Simões; Oliveira, 2021).

Em suma, o caráter alarmante dos dados a respeito do acesso, da permanência e da qualidade da educação ofertada no EM, assim como as recentes alterações em sua organização, reforçam a necessidade de voltar o olhar para essa importante etapa na formação dos jovens brasileiros.

2.3 Neurociências Aplicadas à Educação

Há consenso de que atividades aparentemente simples e cotidianas dependem das habilidades executivas dos indivíduos, afinal as FE são requeridas a todo momento nas atividades diárias e estão relacionadas com o sucesso em várias dimensões da vida das pessoas, como sucesso no trabalho, sucesso e prontidão escolar, saúde mental e física, relações sociais e qualidade de vida (Chan *et al.*, 2008; Diamond, 2013; Seabra *et al.*, 2014b; Squire *et al.*, 2008). As FE são consideradas primordiais para o sucesso escolar em todas as etapas da educação (Consenza; Guerra, 2011). Nesse sentido, vários autores destacam a importância das FE para a aprendizagem e a educação (Meltzer, 2007; Consenza; Guerra, 2011; Corso *et al.*, 2013; Carvalho; Abreu, 2014); com destaque para a relevância da MO (Alloway; Gathercole, 2006; Holmes; Gathercole, 2014), do CI (Blair, 2003; Liew, 2012), da FC (Carvalho, 2000; Diamond *et al.*, 2005) e do planejamento (Malloy-Diniz *et al.*, 2008; Menezes *et al.*, 2011).

No contexto escolar, por exemplo, imagine que um estudante precise se preparar para a apresentação de um seminário. O planejamento surge desde o início como um processo chave para o sucesso nessa empreitada, pois a primeira etapa seria definir o objetivo geral (preparar-se para a apresentação) e possivelmente, desmembrá-lo em objetivos menores, tais como selecionar os materiais necessários para o estudo, ler atentamente cada um desses materiais, resumi-los ou esquematizá-los de modo a facilitar a assimilação do conteúdo estudado, entre outros. A partir da definição desses objetivos, seria então possível delinear uma sequência de ações orientadas para seu cumprimento, isto é, a elaboração de um plano para em seguida iniciar sua implementação. Durante todo o período de execução das ações planejadas, a MO torna-se imprescindível, pois, tanto o objetivo, quanto o plano, devem ser mantidos em mente, disponíveis para o acesso e a manipulação das informações. Ao longo de todo esse intervalo, é também necessário que o estudante consiga focar a atenção em cada um dos passos a serem realizados, ignorando estímulos irrelevantes que possam atrapalhar o que foi planejado, o que requer motivação, CI e um bom funcionamento dos sistemas de atenção. Além disso, o indivíduo deve ser capaz de adaptar seu plano a situações inesperadas, como por exemplo, ao se deparar com a indisponibilidade de um dos materiais necessários para o estudo, caso estes estejam incompletos ou estragados. Assim, torna-se necessário que ele seja flexível o suficiente para lançar mão de novas estratégias e planos de ação que permitam adaptar o plano anterior às novas condições situacionais a fim de encontrar uma solução para o problema inesperado. Ao final, o estudante deve ainda avaliar as

consequências de suas ações, reconhecendo aquilo que foi importante para o seu sucesso ou fracasso no alcance de seu objetivo. Vale destacar que as etapas descritas não são necessariamente conscientes ou controladas por completo e podem ser realizadas em certo nível de forma automática, a depender da experiência ou da especialidade do indivíduo no contexto envolvido. Há casos, ainda, em que uma ou mais dessas etapas podem ser completamente ignoradas e/ou não realizadas.

Tomando-se como exemplo as FE envolvidas em uma atividade cotidiana, torna-se claro que, a depender da tarefa a ser conduzida, diversos são os processos cognitivos necessários para um bom planejamento², em especial os três componentes executivos centrais e sendo assim, essa habilidade não pode ser considerada como unitária (Craik; Bialystok, 2006). Portanto, o planejamento é considerado um processo adaptativo imprescindível e altamente relevante para a vida diária (Chevignard *et al.*, 2000; Craik; Bialystok, 2006).

As FE são utilizadas na escola em várias outras situações, além das já descritas. Meltzer (2007) e Carvalho e Abreu (2014) elencam várias dessas situações. Por exemplo, a MO é utilizada para conectar a informação de um parágrafo com o outro, para recordar-se das etapas necessárias para resolver um problema matemático, para seguir instruções com várias etapas sem lembrete e para lembrar-se das regras de uma atividade enquanto esta é realizada. O CI é recrutado para impedir divagações durante a execução de uma tarefa, para ignorar as distrações e focar a atenção no que está sendo solicitado, para resistir à vontade de conversar em momentos inapropriados durante a aula, para controlar e regular as emoções de forma a comportar-se adequadamente (por exemplo, não brigar com os colegas), para aprender a esperar sua vez de agir e falar, para pensar antes de agir e medir as consequências. A FC é necessária para aplicar regras aprendidas em diferentes contextos, para encontrar soluções alternativas para uma tarefa, para compreender os diferentes significados de uma palavra e de uma frase e para corrigir seus próprios trabalhos (alternar papéis). Já o planejamento é importante para realizar etapas sequenciadas em atividades de sala e de casa, para redigir trabalhos organizados e coerentes, assim como para gerenciar o tempo de estudo por meio de cronogramas diários, calendários semanais e mensais.

² É importante ressaltar que na situação cotidiana descrita (o planejamento envolvido na preparação para uma apresentação) foram destacados apenas os componentes centrais do modelo fatorial das Funções Executivas e as etapas do próprio planejamento, compreendido como uma habilidade executiva superior. Isto é, propositalmente não foram comentadas as duas outras habilidades executivas do referido modelo (a resolução de problemas e o raciocínio), tampouco outros processos cognitivos imprescindíveis para a sua realização, como a percepção, a memória (de forma mais ampla), a linguagem, a aprendizagem, dentre outros, mas que sem dúvida, se fazem presentes nas atividades cotidianas.

A consciência e a compreensão das exigências cognitivas descritas acima pode auxiliar os professores e as instituições de ensino em seu papel de mediar o acesso dos estudantes ao conhecimento, não só no sentido de reduzi-las quando possível e necessário, de acordo com as individualidades e as idades dos educandos, mas também de estimular o desenvolvimento das habilidades executivas diariamente em sua prática. Algumas ações habituais no ambiente escolar podem ser reforçadas mediante a explicitação de sua relação com as habilidades executivas.

Por exemplo, uma prática já realizada por muitos professores com potencial de aliviar a carga na memória operacional é a realização de anotações durante as explicações ou durante a realização de atividades. Os professores podem anotar no quadro ou fixar cartazes acerca das instruções e das regras de uma atividade e pedir para os estudantes realizarem a cópia destas no caderno. Tais anotações são importantes fontes externas de apoio para a memória operacional (Meltzer, 2007). Dependendo do nível de maturidade e de prática dos estudantes, bem como da sua idade, eles podem ser estimulados pelos professores a fazer esses registros de forma independente.

O CI também pode ser beneficiado por fontes externas de apoio, na medida em que esse componente executivo é influenciado pela MO, de acordo com o modelo fatorial das FE (Diamond, 2013). Assim, também vale explicitar as regras do ambiente escolar e de convívio social dentro da escola em anotações do caderno e em cartazes como fontes externas de apoio ao autocontrole. A discussão em sala de aula sobre as influências das emoções nos pensamentos e nos comportamentos, sobre a importância do autocontrole e sobre suas consequências imediatas e futuras, de forma direta, sincera e amigável, dando voz aos próprios estudantes para relatar as suas experiências, bem como para levantar e problematizar as soluções possíveis, pode ser valiosa para estimular o desenvolvimento do CI.

A estimulação para o emprego das regras de convívio social em contextos fora da escola pode auxiliar os estudantes a desenvolver a FC, visto que eles terão de ser flexíveis para identificar quais são os outros ambientes em que estas são apropriadas ou não. Além disso, os professores podem incentivar a percepção de que podem existir várias soluções para uma mesma questão ou problema e de que os estudantes se beneficiarão tanto do conhecimento sobre os cenários em que cada tipo de solução se aplica de forma mais satisfatória, quanto da prática do seu uso de forma flexível. Práticas similares também são valiosas no que diz respeito à identificação e ao uso de palavras com significados diferentes a depender do contexto.

Quanto às habilidades de planejamento, os professores podem evidenciar em sala de aula os objetivos de tarefas e trabalhos, especialmente os mais longos, assim como as etapas envolvidas em sua realização, o tempo que cada etapa exige, as formas possíveis para sua organização e sequenciamento, dentre outros aspectos, o que pode ser feito diretamente pelos educadores ou de forma colaborativa junto aos estudantes. Destaca-se o papel das salas de apoio, especialmente o serviço de orientação educacional, na oferta de atendimento individualizado e/ou de oficinas específicas para a organização dos estudos, para o estabelecimento de hábitos, de rotinas e de objetivos e para o gerenciamento do tempo.

Nessa direção, nas duas últimas décadas têm aumentado a frequência de estudos que promovam a estimulação mais direta das FE em jovens com desenvolvimento típico para além das práticas diárias e habituais dos professores, por meio de diferentes formatos, tais como treinamento cognitivo computadorizado, tarefas executivas de lápis e papel (por exemplo, jogos e exercícios não computadorizados) ou híbridas e intervenções nos currículos escolares (Cardoso *et al.*, 2016; Carvalho; Abreu, 2014; Dias; Seabra, 2013; Meltzer, 2007). Após uma revisão sistemática da literatura sobre a estimulação das FE em crianças de até 13 anos de idade, Cardoso e colaboradoras (2016) concluíram que os dois primeiros (treinamento cognitivo computadorizado e tarefas executivas de lápis e papel) costumam apresentar resultados efetivos no aprimoramento das FE-alvo, apesar de haver inconsistências acerca dos efeitos de transferência das habilidades aprimoradas para situações e contextos diferentes daqueles utilizados durante as intervenções. As autoras revisaram 7 estudos com intervenções curriculares e afirmaram que os ganhos nessas situações estiveram mais relacionados, no geral, à regulação sócio-emocional, apesar de haver especificidades em alguns deles para aprimoramentos diretos (metacognição, CI, MO e FC) e indiretos (qualidade do ambiente escolar, desempenho escolar e competências relacionadas à aquisição da linguagem) (Cardoso *et al.*, 2016).

Resultados promissores têm sido observados no Brasil por meio de programas como o pioneiro “Programa de Intervenção em Autorregulação e Funções Executivas” (PIAFEx) e o programa “Heróis da Mente” (Carvalho; Abreu, 2014; Dias; Seabra, 2013). Ambos utilizam atividades e brincadeiras para crianças, conduzidas em sala de aula por professores treinados, com o intuito de estimular as Funções Executivas necessárias na escola e na vida diária.

Outras iniciativas que têm chamado atenção na literatura são os programas norte americanos “*Tools of the Mind*” (Bodrova; Leong, 2001) e “*Promoting Alternative Thinking*

Strategies” (Domitrovich *et al.*, 2007) e de um grupo de pesquisadores portugueses e espanhóis, “Sarilhos do Amarelo” (Rosário; Núñez; Gonzalez-Pienda, 2007) e “(Des)venturas de Testas” (Rosário *et al.*, 2010), também voltados para o público infantil.

Há ainda, uma outra abordagem de intervenção curricular norte americana, que propõe a inclusão explícita no currículo de estratégias que visam a favorecer e impulsionar o desenvolvimento das FE em jovens para que eles possam “aprender a aprender”, voltadas especificamente ao ensino de como planejar suas atividades, estabelecer objetivos, promover a flexibilidade cognitiva, perceber e corrigir os próprios erros, entre outros (Meltzer, 2007).

A autora enfatiza quatro aspectos para que a intervenção seja efetiva. Primeiro, a sua inserção no currículo escolar e a utilização de tarefas consideradas importantes pelos próprios estudantes. Segundo, que o ensino das estratégias seja explícito, com ênfase em como, quando, onde e porque utilizá-las e assim, compreendendo a sua importância, os estudantes passam a valorizá-las e a efetivamente aplicá-las. Terceiro, o ensino das estratégias deve se dar de forma estruturada e sistemática, com espaço para prática das habilidades a fim de que os estudantes possam perceber o que é eficaz em um nível individual e de que sejam capazes de utilizá-las de forma flexível e independente, não só na escola, mas também em outros contextos. Essa prática precisa ser acompanhada de um momento para análise e *feedback* junto aos professores. Quarto e último, a motivação e o esforço dos estudantes, bem como os resultados que eles obtêm na intervenção tende a aumentar quando estes compreendem suas forças e fraquezas, além da potencialidade das estratégias para promover melhorias nesses aspectos e conseqüentemente no desempenho escolar. De acordo com ela, as dimensões de autoconceito / autopercepção dos estudantes e de desempenho escolar costumam se influenciar de forma cíclica, contínua e sucessiva, de forma que o aprimoramento em um promove melhoras no outro e vice-versa. Além disso, Meltzer (2007) evidencia a importância de se investir na formação dos professores, os mediadores da intervenção, para que resultados mais satisfatórios sejam alcançados.

Entretanto, há escassez de estudos que utilizem adolescentes como sujeitos de pesquisa, apesar da estimulação das FE apresentar o potencial para promover melhorias funcionais nos indivíduos em todos os períodos do ciclo vital (Cardoso *et al.*, 2016), inclusive em adolescentes (Crone, 2009). Após uma revisão da literatura, foi encontrado apenas um estudo de intervenção direta nas FE com adolescentes no Brasil (Nunes, 2018).

Nunes (2018), utilizou a abordagem “*Goal Management Training*” durante oito sessões, que envolveu o estudo de técnicas de metacognição, discussão de exemplos e a realização de exercícios em que as técnicas pudessem ser aplicadas, com o intuito de estimular as FE em 25 adolescentes com idades entre 11 e 17 anos com queixas de disfunções executivas, distribuídos em grupo controle e grupo experimental. Foram observadas melhoras significativas em MO, QI, raciocínio, FC e CI imediatamente após a intervenção, dentre as quais foram mantidos, quatro semanas após a intervenção, os efeitos em FC e em CI, e, em menor medida, no planejamento e na resolução de problemas (Nunes, 2018). Entretanto, a estimulação utilizada no presente estudo não se enquadra como uma intervenção curricular, pelo fato de as sessões terem sido realizadas fora do ambiente escolar.

As FE não se relacionam somente à aprendizagem e ao desempenho escolar de modo geral (Diamond, 2013), mas também em componentes específicos como leitura e matemática, com destaque para o CI e a MO (Seabra *et al.*, 2014b).

Há evidências preliminares a respeito do papel das habilidades executivas na aprendizagem do componente curricular Biologia, conforme demonstrado por Rhodes *et al.* (2013) em um estudo realizado com 56 adolescentes de 12 a 13 anos de idade, que encontrou correlações entre as FE (habilidade de planejamento e MO) e a aprendizagem de fatos e conceitos biológicos.

Torna-se importante ressaltar, no entanto, que outros fatores além das FE, sejam eles cognitivos, comportamentais, sociais ou culturais, influenciam no desempenho escolar, tais como motivação, compromisso, participação ativa nos estudos, qualidade da escolarização, aptidão e preparo acadêmico, confiança dos estudantes em si mesmos (crenças na autoeficácia), estilo de parentalidade dos pais, qualidade do ambiente doméstico, integração e apoio social, influência dos pares, acesso à cultura, nível socioeconômico, qualidade da nutrição e do sono, gênero, etnia (compreendida no sentido de valores culturais compartilhados), saúde mental, prática de atividades físicas e práticas contemplativas, como meditação (Papalia; Feldman, 2013; Dias; Seabra, 2013).

Obviamente, Willingham (2009), ressalta que a aplicação dos conhecimentos neurocientíficos não deve ser encarada como a solução de todos os problemas da educação devido a três motivos principais, explicitados a seguir. Primeiro, vários desafios encarados pela educação não são objetos de estudo das neurociências e vice-versa. Segundo, enquanto a maior parte dos estudos empíricos em neurociência tende a isolar apenas algumas variáveis para análise e costumam focar no indivíduo, a educação ocorre

em um ambiente complexo no qual estão envolvidas muitas pessoas e há influência de diversas variáveis simultaneamente, tais como as particularidades sociais e culturais de uma comunidade escolar. Terceiro, os conhecimentos neurocientíficos se apresentam em formatos diferentes, relacionados a aspectos elétricos, químicos, espaciais e temporais do cérebro, bem como a aspectos cognitivos e comportamentais. Nem sempre esses conhecimentos poderão ser aplicados diretamente na educação, pelo menos não antes de haver um grande esforço para o desenvolvimento de teorias mais completas e baseadas em múltiplos dados empíricos (Willingham, 2009).

É nesse contexto que as Neurociências Aplicadas à Educação se inserem e encontram fértil terreno para novas contribuições que podem ser de grande valia para o contexto educacional no país (Consenza; Guerra, 2011), desde que se tenha consciência acerca dos obstáculos descritos acima e dos diversos fatores que influenciam a educação para além dos biológicos, cognitivos e comportamentais. Como linha de pesquisa, deve ser incentivada dada à possibilidade e a perspectiva real de contribuições promissoras, explicitadas nessa seção, advindas de seus avanços investigativos, especialmente ao se considerar o público adolescente, foco de pouquíssimos estudos nessa área até o presente momento.

2.4 Avaliação das Funções Executivas

Na pesquisa realizada por Stuss e colaboradores (1981), apresentada anteriormente no tópico de “Neurobiologia das FE”, foram estudados dois grupos de pacientes com comprometimentos relacionados à perseveração e à dificuldades em realizar múltiplas tarefas (grupo de pacientes com lesões no CPFDL), bem como à autorregulação e ao controle emocional (grupo de pacientes com lesões em regiões ventromediais e orbitofrontais do CPF). Verificava-se em ambos os grupos dificuldade no cotidiano, especialmente no trabalho, porém curiosamente os pacientes tinham um desempenho típico nos testes clássicos utilizados para avaliar as FE (Stuss *et al.*, 1981).

Uma possível explicação para o fenômeno observado consiste no fato de que os testes clássicos de FE costumam propor a realização de tarefas e problemas emocionalmente neutros, não usuais e não familiares, cuja validade ecológica, ou seja, a representatividade do que é realmente exigido no cotidiano dos indivíduos, é limitada (Ardila, 2008). Isso reforçou a necessidade de desenvolver medidas contextuais, próximas da vida diária, capazes de avaliar e mensurar os comprometimentos observados no cotidiano de pacientes como os descritos acima (Stuss *et al.*, 1981). Essas medidas

supostamente têm uma maior validade ecológica e podem ser tanto escalas de FE, que caracterizam diretamente os problemas enfrentados pelos pacientes na vida diária, quanto tarefas ecológicas que permitem simular situações e predizer com maior precisão as dificuldades que o paciente tem na vida real (Burgess; Stuss, 2017).

Assim, é importante que a avaliação das FE também seja realizada em contextos ecológicos, na medida em que estes são capazes de recrutar habilidades teoricamente análogas àquelas requeridas para a vivência cotidiana dos indivíduos, bem como de simular situações mais próximas do que é requerido na vida real. A rigor, isto permitiria descrever com maior precisão as capacidades reais desses indivíduos no seu dia-a-dia.

Relacionado a esse assunto, recentemente, Burgess e Stuss (2017), apresentaram em uma revisão bibliográfica 11 princípios a respeito do CPF, dentre os quais 3 são “herdados” com base no que já se sabia há 50 anos atrás e outros 8 são derivados dos avanços científicos no estudo das FE nos últimos 50 anos, a saber:

Novo princípio 1: Provavelmente não se pode medir todas as habilidades cognitivas utilizando a mesma abordagem metodológica (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 756).

Princípio herdado 1: Testes de Funções Executivas frequentemente medem múltiplas habilidades cognitivas simultaneamente (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 756).

Princípio herdado 2: Testes de Funções Executivas não testam apenas funções do lobo frontal. Frequentemente, pacientes com disfunção em outras regiões cerebrais também podem apresentar resultados comprometidos nesses testes (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 756).

Princípio herdado 3: As características dos melhores testes clínicos e experimentais de Funções Executivas podem ser diferentes, uma vez que seus objetivos são diferentes (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 756).

Novo princípio 2: Função e estrutura são dois níveis diferentes de explicação; embora o objetivo da pesquisa em neurociência seja entender essas relações, não é realista esperar uma correspondência simples entre elas (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 759).

Novo princípio 3: Mudanças aparentemente pequenas no formato das tarefas executivas podem levar a grandes diferenças nos resultados obtidos (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 759).

Novo princípio 4: Variabilidade e inconsistência entre e intra grupos de pacientes são comuns. Elas devem ser medidas e as possíveis razões para a sua ocorrência devem ser investigadas durante a avaliação (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 760).

Novo princípio 5: O que foi historicamente considerado como o sistema executivo consiste em múltiplos subsistemas, com separação anatômica e comportamental. Esses sistemas separados provavelmente exigirão vários testes ou medidas para serem examinados clinicamente (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 763).

Novo princípio 6: Alguns processos executivos são usados em uma ampla variedade de situações. Portanto, avaliá-los pode ser útil para prever a competência em uma série de situações da vida cotidiana (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 763).

Novo princípio 7: Testes que imitam situações naturalísticas podem ser tão eficazes quanto aqueles que não imitam (testes clássicos) e às vezes até mais, em termos de eficácia no tempo de aplicação, poder de discriminação, especificidade, sensibilidade e facilidade de administração (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 764).

Novo princípio 8: Se o seu paciente não apresentar déficit em testes executivos, isso não significa que ele não tenha um problema. Você simplesmente pode não ter testado o domínio onde se encontra o problema dele (traduzido de Burgess; Stuss, 2017, p. 764).

Nesse sentido, Alvarez e Emory (2006), ressaltam a importância do desenvolvimento de medidas de FE com maior validade ecológica, tendo em vista os impactos que os déficits executivos provocam no cotidiano dos indivíduos e sugerem que esses testes sejam construídos com base em critérios cognitivos e comportamentais ao invés de anatômicos.

Verifica-se, portanto, na literatura, uma dicotomia entre as medidas para avaliação das FE. Considera-se como testes neuropsicológicos clássicos aqueles instrumentos que são objetivos e de grande valia para a avaliação neuropsicológica, porém, artificiais, no sentido de que os comportamentos necessários para sua execução dificilmente reproduzem comportamentos utilizados pelos indivíduos no cotidiano e, deste modo, podem não refletir adequadamente as habilidades executivas necessárias na vida diária (Burgess *et al.*, 1998). São exemplos de testes neuropsicológicos clássicos: os testes de Stroop, de Fluência Verbal, de Classificação de Cartas de Wisconsin, de Trilhas, de Completar Sentenças de Hayling, da Torre de Londres, da Torre de Hanói, de Atenção por Cancelamento, de Dígitos, entre outros (Jurado; Rosselli, 2007; Madison; Niermeyer; Ziemnik, 2017; Satler, 2012).

Apesar da existência de várias pesquisas voltadas para o desenvolvimento de testes ecológicos, de modo geral, há uma carência na literatura para testes capazes de avaliar o funcionamento executivo de crianças e adolescentes em contextos cotidianos (Carreiro *et al.*, 2014), o que também ocorre no Brasil. Essa demanda tem influenciado o aumento da criação bem como a necessidade da validação e da utilização de testes mais próximos de situações reais para a avaliação do funcionamento executivo. Exemplo disto são os testes de Múltiplas Tarefas (Shallice; Burgess, 1991), de Preparar o Café da Manhã (Craik; Bialystok, 2006; Tanguay *et al.*, 2014), da Mercearia Virtual (Parsons *et al.*, 2008), da

Biblioteca Virtual (Renison *et al.*, 2012), do Hotel (Paraná, 2013), Iowa de Apostas (Bechara *et al.*, 1994) e a Avaliação Jansari das Funções Executivas (Jansari *et al.*, 2014).

O caráter ecológico das avaliações fica evidente em testes como o de Múltiplas Tarefas (em inglês, *The Multiple Errands Test*, MET), proposto para avaliar os sintomas de pacientes com lesões cerebrais, especialmente aquelas associadas à Síndrome Disexecutiva, disponível em várias versões, realizadas em hospitais reais (Alderman *et al.*, 2003; Dawson *et al.*, 2009) ou virtuais (McGeorge *et al.*, 2001; Raspelli *et al.*, 2012). Nesses testes, os pacientes precisam realizar uma lista de 12 tarefas restritas por um conjunto de 8 regras, como, por exemplo, anotar informações adquiridas em diferentes seções do hospital, encontrar o experimentador 10 minutos após o início do teste e comprar itens específicos com uma quantia restrita de dinheiro (Dawson *et al.*, 2009) dentre as suas atividades. Verifica-se que tais tarefas são próximas do que é esperado de um indivíduo no seu cotidiano.

O mesmo vale para a Avaliação Jansari das FE (em inglês, *Jansari Assessment of Executive Functions*, JEF) que propõe aos participantes a organização de uma reunião para 20 pessoas em um escritório (real ou virtual, a depender da versão do teste) por meio de uma lista de tarefas que incluem organizar as demandas de acordo com uma ordem lógica de realização, selecionar companhias de correio para enviar itens de acordo com a sua especialidade, substituir o aparelho de projeção a ser utilizado na reunião, pelo fato de o mesmo estar danificado, além de registrar por escrito qualquer equipamento que apresente problemas durante a realização das tarefas estipuladas; e que por meio dessa situação permite a avaliação de nove construtos cognitivos: planejamento, priorização, pensamento seletivo, pensamento criativo, pensamento adaptativo, habilidade de realizar múltiplas tarefas, memória prospectiva baseada em ações, memória prospectiva baseada em eventos e memória prospectiva baseada no tempo (Jansari *et al.*, 2014).

De forma similar ao MET e ao JEF, o Teste da Biblioteca Virtual (*The Virtual Library Task*, VLT, Renison *et al.*, 2012) foi desenvolvido para avaliar o funcionamento executivo de indivíduos adultos por meio da simulação de uma situação de administração de uma biblioteca, o que requer a realização de um conjunto de tarefas comuns nesse contexto (por exemplo, selecionar uma dentre as alternativas possíveis para resfriar o ambiente da biblioteca virtual – o ar-condicionado ou o ventilador). O teste é composto por 7 subtestes que geram escores individuais de 0 a 8 pontos, cada, cujo somatório permite extrair um escore total de até 56 pontos.

O Teste de Preparar o Café da Manhã (em inglês, *Cooking Breakfast Task*) de Craik e Bialystok, (2006) também consiste em um excelente exemplo de avaliação ecológica da habilidade de planejamento em um ambiente real ou virtual, nesse caso, uma copa. Os objetivos do indivíduo avaliado são cozinhar cinco alimentos para o café da manhã de acordo com o tempo específico de cozimento de cada um, de forma que todos fiquem prontos ao mesmo tempo (objetivo principal), além de colocar o maior número de lugares possível à mesa com o prato e os três talheres enquanto os alimentos estão cozinhando (objetivo secundário). Esse teste destaca, ainda, a realização de múltiplas tarefas ao mesmo tempo e ressalta a necessidade de monitoramento, um aspecto da flexibilidade cognitiva essencial na vida diária (Craik; Bialystok, 2006).

Após uma revisão da literatura, foi identificado apenas um teste ecológico que se passa no ambiente escolar, chamado Sala de Aula Virtual (em inglês, *The Virtual Classroom*). Trata-se de um ambiente virtual desenvolvido nos Estados Unidos para a avaliação da atenção (Rizzo *et al.*, 2000). A principal crítica a este teste é o fato de que apesar de ele se passar em um ambiente escolar virtual, ele não pode ser caracterizado como ecológico, pois apenas faz uso dos testes neuropsicológicos clássicos inseridos nesse contexto (o teste de Stroop projetado em um quadro-negro no ambiente virtual, por exemplo). Além disso, ele não avalia de forma global as FE, mas especificamente os processos executivos relacionados à atenção.

Estudos realizados no Brasil sobre a avaliação das FE em estudantes da Educação Básica (Capovilla *et al.*, 2008; Chardosim, 2011; Hazin *et al.*, 2012; Léon *et al.*, 2013; Maia, 2010; Malloy-Diniz *et al.*, 2008; Menezes *et al.*, 2011; Renner *et al.*, 2010; Simão *et al.*, 2010; Taboada, 2009) utilizaram testes neuropsicológicos clássicos, com exceção da avaliação do processo de tomada de decisões por meio de um instrumento que simula uma situação que envolve jogos e apostas, o teste Iowa de Apostas (em inglês, Iowa Gambling Test) (Mata *et al.*, 2011).

Tomando-se como base um levantamento dos instrumentos para avaliação das FE disponíveis no Brasil realizado por Carreiro *et al.* (2014), à exceção das medidas funcionais, apenas o Teste Iowa de Aposta e alguns subtestes da bateria *Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome* (BADS) poderiam ser considerados ecológicos, porém nenhum deles se passa em um contexto educacional. Em sua maioria, os testes encontrados são adaptações dos testes neuropsicológicos clássicos à cultura e à população brasileiras. Isto reitera o aspecto anteriormente colocado de que no Brasil, verifica-se uma carência de testes executivos ecológicos inseridos no contexto escolar,

isto é, testes que recrutam as habilidades cotidianas realmente necessárias para que crianças e adolescentes brasileiros obtenham um bom desempenho na escola e em outras atividades de sua vida diária.

Adicionalmente, a avaliação das FE no público-alvo adequado (sem distorção idade-série) para o EM, isto é, para adolescentes com idades aproximadamente entre 14 a 18 anos, representa um desafio ao se considerar que estas funções apresentam um desenvolvimento ontogenético tardio e do crescente recrutamento de áreas pré-frontais durante a adolescência. Nessa linha, Carreiro *et al.* (2014), ressaltam a importância de desenvolver testes executivos, especialmente instrumentos ecológicos, voltados para a avaliação de crianças e adolescentes, a fim de aumentar o número de investigações das habilidades executivas nessa faixa etária.

Diante do exposto, no presente estudo foi desenvolvido um jogo para a avaliação das FE em estudantes do EM do Distrito Federal e do entorno, cujo caráter ecológico se evidencia na medida em que este se passa em uma escola virtual e envolve situações mais próximas da vida diária dos estudantes. O trabalho caracteriza-se como original, inovador e importante para o preenchimento de uma lacuna na avaliação neuropsicológica de jovens estudantes, pois almejou o desenvolvimento de um jogo que realmente recrute e avalie as FE de MO, CI, FC e planejamento, necessárias para o sucesso escolar, bem como para outros aspectos da vida cotidiana.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver e aplicar um Teste Executivo Ecológico e Virtual (TEEV) para a avaliação das Funções Executivas relacionadas ao contexto escolar em estudantes de Ensino Médio do Distrito Federal e do entorno.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar informações acerca dos costumes e das preferências dos estudantes de EM do DF e do entorno por meio da aplicação de um questionário *online* a uma amostra desse público.
- Elaborar uma versão preliminar do TEEV, por meio da caracterização do sistema psicológico, da definição constitutiva e da definição operacional.
- Submeter a versão preliminar do jogo a uma análise de conteúdo e a uma análise semântica realizada por juízes.
- Elaborar o *design* gráfico do TEEV por meio da busca e da seleção de referências visuais, da definição estética e visual do jogo, bem como da construção de personagens, ambientes, objetos e interfaces.
- Elaborar a versão final do TEEV, por meio da produção de um programa computadorizado interativo (*software* executável).
- Avaliar o funcionamento executivo de forma global relacionada à habilidade de planejamento e de forma específica, relacionada aos componentes centrais das FE (MO, FC e CI) de estudantes de EM do DF e do entorno por meio da realização do TEEV.
- Investigar possíveis associações entre o desempenho de estudantes no TEEV e nas medidas clássicas de funcionamento executivo obtidas por meio da aplicação dos testes de Dígitos, de Cinco Dígitos (FDT) e da Torre de Londres (ToL).

4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) (CAAE nº 70035917.0.0000.0030) e somente após essa aprovação se deu início à coleta de dados. A participação dos indivíduos seguiu as normas estabelecidas para experimentação em humanos, de acordo com a resolução 466/2012 CNS/MS (Brasil, 2012).

Desta forma, foram garantidos o anonimato, o sigilo das informações prestadas e o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem sofrer qualquer prejuízo. Os objetivos, os riscos, os benefícios e o caráter de confidencialidade do estudo foram apresentados aos participantes maiores de idade e aos responsáveis dos participantes menores de idade por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aos participantes menores de idade por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). O TCLE, o TALE e o Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz (TAUISV) foram lidos e assinados pelos participantes e pelos responsáveis, de forma a assegurar a compreensão dos procedimentos a serem adotados, conceder o consentimento para realização dos mesmos e para a utilização dos dados de desempenho nos testes, dos vídeos, dos áudios e das imagens obtidas para fins científicos e didáticos. O estudo não apresentou risco ao nível de saúde, pois não houve intervenção clínica ou uso de procedimentos invasivos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 1

5.1 Relevância da Etapa 1 para o Estudo

A Etapa 1 teve como objetivo específico coletar informações acerca dos costumes e das preferências de estudantes do EM do DF por meio da aplicação de um questionário *online* a uma amostra desse público. Os resultados encontrados foram valiosos para impulsionar as primeiras fases de desenvolvimento do TEEV, tendo em vista que a realização de entrevistas, de questionários e a experiência com a população-meta beneficiam o desenvolvimento inicial de instrumental psicológico (Pasquali, 2010).

5.2 Participantes

Responderam ao questionário *online* 45 estudantes do EM. Os dados de 13 participantes foram removidos por se enquadrarem nos critérios de exclusão, descritos abaixo. Sendo assim, a amostra foi composta por 32 estudantes (23 mulheres e 9 homens) com idades entre 15 e 18 anos (média de idade: 16,6 anos, desvio padrão: 0,7), residentes em 13 regiões administrativas do DF, alunos regulares de 7 escolas da rede pública do DF, localizadas em 6 regiões administrativas diferentes. Não foram levantados dados acerca da série, da modalidade (ensino regular ou educação de jovens e adultos), nem do turno frequentado pelos participantes, o que se caracteriza como uma limitação dessa etapa do estudo.

5.2.1 Critérios de inclusão

Todos os participantes deveriam: a) estar na faixa etária entre 14 e 18 anos; b) serem alunos regulares do Ensino Médio na rede pública do DF.

5.2.2 Critérios de exclusão

As questões 10 e 14 do questionário possuíam um item, cada, que foram utilizados como base para os critérios de exclusão. Ambos se encontravam misturados entre os demais itens a serem respondidos, porém eles especificavam qual opção deveria ser marcada (por exemplo, “Marque a opção nunca.”) e por isso foram considerados sensíveis para detectar se os participantes estavam marcando as respostas aleatoriamente. Os participantes que marcaram a opção errada em pelo menos um dos

dois itens, tiveram seus dados excluídos da análise. Os participantes não foram informados de tal fato.

5.3 Questionário

O questionário era composto por um texto inicial explicativo, um espaço para identificação e dezesseis questões, treze objetivas e três subjetivas. Toda a estrutura do questionário foi elaborada conforme o recomendado pela literatura de avaliação psicológica (Günther, 2003; Gil, 2008a, 2008b).

Uma breve introdução explicava para o participante os motivos da realização do questionário e a justificativa da sua importância, de modo a estimular o interesse em participar. Além disso, foi comentado no texto o tempo médio de realização das questões, que foi calculado por meio de simulações feitas previamente.

No espaço para identificação não se pedia o nome do participante. Estavam presentes nessa seção apenas questões necessárias para a organização das amostras (idade, local de residência e local e nome da escola do aluno).

As dezesseis questões foram divididas em três objetivos de análise (Tabela 1). As oito primeiras visavam a verificar qual tipo de apresentação era mais motivadora e próxima do cotidiano dos estudantes. As três questões seguintes visavam a identificar as estratégias utilizadas pelos estudantes para se prepararem para apresentações orais que o questionário requeria. Já as próximas quatro questões, destinavam-se a detectar quais assuntos de Ciências Biológicas despertavam o interesse dos participantes. Finalmente, a última questão, aberta, serviu como espaço para comentários que o indivíduo por ventura desejasse apresentar sobre o questionário.

O questionário teve o seu enfoque voltado para a área da “Biologia”. Vale explicar que esse enfoque se deu, primeiramente, pela experiência da autora do trabalho nesse componente curricular, o que permitiu perceber de forma não empírica que a Biologia costuma ser motivadora e interessante para os estudantes com os quais a autora manteve contato ao longo de sua trajetória profissional.

Em segundo lugar, há evidências científicas dessa percepção, por exemplo, Campos e Gomes (2003), conduziram um estudo com uma amostra aleatória estratificada composta por 400 estudantes de Ensino Médio do Distrito Federal. Os resultados indicaram que, dentro da amostra estudada, os componentes curriculares preferidos pela importância dos conteúdos trabalhados foram Física, Biologia e Língua Portuguesa, nessa ordem; e ainda, que os componentes curriculares que os estudantes mais gostavam,

apesar de serem considerados difíceis eram Matemática, Língua Portuguesa e Biologia, também nessa ordem (Campos; Gomes, 2003).

As alternativas de respostas das questões de 2 a 4, de 6 a 10 e 14 (Tabela 1) foram elaboradas por meio de um *brainstorm* com os integrantes da equipe de pesquisa, que resultou em uma versão piloto do questionário aplicada a 15 estudantes universitários (de 17 a 23 anos), conhecidos da equipe de pesquisa. A experiência adquirida com o estudo piloto resultou em alterações e aprimoramentos na versão final do instrumento.

A fim de alcançar uma maior quantidade de alunos para compor a amostra, o questionário foi elaborado por meio do Formulário *Google*, um recurso *online* que disponibiliza o acesso ao instrumento por meio de um *link*, e que, portanto, permitiu que os estudantes respondessem ao questionário utilizando seus próprios equipamentos (*smartphones*, *notebooks* etc.) de sua própria casa.

Tabela 1. Conteúdo das dezesseis perguntas e das alternativas de respostas do questionário *online* aplicado a 45 estudantes de Ensino Médio do Distrito Federal, categorizados por objetivos de análise.

Objetivo de análise	Nº da questão	Conteúdo da questão
Identificar o tipo de apresentação mais motivadora e próxima do cotidiano dos estudantes.	1	Seus professores exigem apresentações orais (trabalhos, seminários...) em sala de aula? Alternativas: “Sim” e “Não”
	2	Qual tipo de apresentação seus professores costumam exigir? Você pode marcar mais de uma opção, se quiser. (Apenas para os participantes que responderam “Sim” na questão 1). Alternativas: “Apresentação de trabalho individual”, “Apresentação de trabalho em grupos”, “Júri simulado (simulação de um julgamento em um tribunal, defesa vs. acusação)”, “Debate”, “Teatro ou dramatização”, “Elaboração e apresentação de vídeos” e “Outros (especifique)”.
	3	Qual(is) tipo(s) de apresentação você mais gosta de realizar? Você pode marcar mais de uma opção, se quiser. Fique à vontade para incluir outras apresentações que você lembre e gosta/gostou de fazer. Alternativas: as mesmas da questão 2.
	4	Por que você gosta desse(s) tipo(s) de apresentação? Você pode marcar mais de uma opção, se quiser. Fique à vontade para inserir outros motivos. Alternativas: “Passo a conhecer melhor sobre um tema”, “Interajo com os meus colegas”, “Saio da rotina de aulas expositivas, nas quais só o(a) professor(a) fala”, “Posso aprimorar minhas habilidades”, “Gosto de falar em público”, “Gosto de ver o resultado do meu esforço”, “Porque prefiro apresentar trabalhos do que fazer provas” e “Outros (especifique)”

-
- 5 Você já participou de alguma Feira de Ciências?
Alternativas: “Sim” e “Não”
- 6 Por que você nunca participou de uma Feira de Ciências? (Apenas para os participantes que responderam “Não” na questão 5).
Alternativas: “A escola não promove Feiras de Ciências”, “Não possuo interesse” e “Outros (especifique)”.
- 7 O que mais te motivou a participar de uma Feira de Ciências (ou motivaria, caso você nunca tenha participado de uma)? Você pode marcar mais de uma opção, se quiser.
Alternativas: “Gosto de sair da rotina”, “Interesse pelo tema da Feira de Ciências”, “Para obter pontuação nas disciplinas”, “Ter sido obrigado(a) a participar” e “Outros (especifique)”.
- 8 Se sua escola promovesse uma Feira de Ciências no próximo semestre, você participaria?
Alternativas: “Sim” e “Não”
-
- 9 Podemos dividir uma apresentação oral em três partes. Para qual delas você procura dar mais atenção?
Alternativas: “Estudo prévio para conhecer sobre o tema”, “Criação de materiais para expor a apresentação (por exemplo, slides ou cartazes)” e “Treino da apresentação oral em si”.
- 10 Com que frequência você usa as estratégias abaixo para se preparar para uma apresentação? Responda utilizando uma escala de nunca a sempre.
Pontos da escala: “Nunca”, “Raramente”, “Às vezes”, “Muitas vezes” e “Sempre”.
Estratégias: “Leio sobre o assunto da apresentação no livro didático”, “Leio outros livros que tratem do assunto da apresentação”, “Faço pesquisas sobre o tema da apresentação na internet”, “Assisto a videoaulas sobre o assunto”, “Procuro notícias relacionadas ao tema”, “Leio as anotações sobre o assunto no meu caderno”, “Faço resumos para compreender melhor o assunto/conteúdo”, “Faço desenhos para compreender melhor o assunto/conteúdo”, “Peço orientações e/ou referências ao professor”, “Deixo para estudar na véspera da apresentação”, “Faço um cronograma para me preparar para a apresentação”, “Planejo mentalmente o que preciso fazer até o dia da apresentação”, “Faço slides para expor a apresentação”, “Faço desenhos e/ou cartazes para usar na apresentação”, “Procuro vídeos relacionados ao tema para usar na apresentação”, “Crio mentalmente uma sequência do que vou falar”, “Escrevo um roteiro do que preciso falar”, “Marque a opção nunca” (item para critério de exclusão), “Gravo minha fala enquanto treino para a apresentação”, “Cronometro minha apresentação para saber se extrapolei o tempo estipulado”, “Treino apresentando para mim mesmo(a)”, “Treino apresentando para alguém” e “Apenas improviso minha fala no momento da apresentação”.
- 11 Você utiliza práticas além das mencionadas (leve o tempo que precisar para se lembrar de outras estratégias, caso existam)? Se sim, qual e com que frequência? (Questão subjetiva).
-

Elencar as estratégias utilizadas pelos estudantes para se preparar para apresentações orais

Detectar quais assuntos de Ciências Biológicas despertam o interesse dos participantes	12 Qual a sua opinião sobre a Biologia? Alternativas: “Detesto”, “Não gosto”, “Neutro”, “Gosto um pouco”, “Gosto muito”.
	13 Você possui conhecimento sobre as áreas de estudo da Biologia? Alternativas: “Sim”, “Um pouco”, “Não”.
	14 O que você acha sobre os seguintes assuntos da Biologia? Responda em uma escala de 1 (detesto) a 5 (gosto muito). Pontos da escala: “Detesto”, “Não gosto”, “Neutro”, “Gosto um pouco”, “Gosto muito”. Assuntos: "Definição do que é vida", "Corpo humano e seus sistemas", "Interações Ecológicas: harmônicas e desarmônicas", "Doenças humanas", "Níveis de organização ecológicos (organismo, população, comunidade, bioma etc.)", "Ciclos biogeoquímicos (ciclo do carbono, do nitrogênio etc.)", "Formação e desenvolvimento embrionário", "Classificação dos seres vivos (Taxonomia)", "Origem da vida", "Evolução biológica e filogenia", "Vírus: Estrutura e ciclos virais", "Estrutura e organelas das células procariontes e eucariontes", "Divisão Celular: mitose e meiose", "Ácidos nucleicos (DNA e RNA) e síntese de proteínas", "Processos metabólicos: Fotossíntese, fermentação e respiração celular", "Leis gerais da hereditariedade (Lei de Mendel)", "Melhoramento genético (organismos geneticamente modificados/transgênicos)", "Botânica: estrutura e órgãos vegetais", "Estudo dos invertebrados", "Marque a opção gosto muito" (item para critério de exclusão), "Estudo dos vertebrados e dos animais" e "Histologia: tecido epitelial, nervoso, ósseo, conjuntivo...".
	15 Existe algum assunto da Biologia, dentre os mencionados acima (ou algum outro que você lembre) que te interessa muito? Se sim, qual? (Questão subjetiva).
	16 Se quiser, fique à vontade para comentar sobre o questionário (por exemplo, se você teve alguma dificuldade em responder). (Questão subjetiva).

5.4 Procedimento

O recrutamento dos participantes se deu por meio da divulgação de um convite por meio das redes sociais ou do envio direto para indivíduos conhecidos da equipe de pesquisa que se enquadravam nos critérios de inclusão, o que constituiu uma amostra por conveniência. O *link* para acesso ao questionário foi disponibilizado no próprio convite.

O questionário ficou disponível *online* por um período de três semanas do mês de junho de 2016. Dentro desse período pré-determinado, os participantes foram informados de que poderiam alterar suas respostas a qualquer momento. Ao final, a equipe agradeceu a participação dos estudantes, dando por encerradas as suas participações no estudo.

5.5 Análise de dados

Os dados obtidos foram tabulados em uma planilha do recurso *online Google Planilhas* e analisados estatisticamente por medidas de tendência central, de dispersão e de frequência absoluta e relativa. Os dados obtidos são descritivos e foram organizados em tabelas e gráficos para sua análise e interpretação.

Para as questões 10 e 14, foram calculados escores finais (EF) de acordo com a equação abaixo, em que numerais inteiros em ordem crescente (0, 1, 2, 3 e 4) foram atribuídos como peso para cada um dos 5 pontos da escala do tipo *likert* em que a resposta deveria ter sido dada, para cada item (respectivamente, “Nunca”, “Raramente”, “Às vezes”, “Muitas vezes” e “Sempre” para a questão 10 e “Detesto”, “Não gosto”, “Neutro”, “Gosto um pouco”, “Gosto muito” para a questão 14). A frequência absoluta (f) de marcações em cada ponto pelo grupo de participantes foi multiplicada pelo peso equivalente. Em seguida, foi realizado o somatório dos produtos para cada item. Assim, o EF poderia variar entre 0 e 128 para cada item em ambas as questões.

$$EF_{item\ a} = (f_{Ponto\ 1} \times 0) + (f_{Ponto\ 2} \times 1) + (f_{Ponto\ 3} \times 2) + (f_{Ponto\ 4} \times 3) + (f_{Ponto\ 5} \times 4)$$

6 RESULTADOS – ETAPA 1

Em relação ao primeiro objetivo de análise do questionário, foram consideradas as oito primeiras questões, que visavam a verificar qual tipo de apresentação era mais próxima do cotidiano dos estudantes e mais motivadoras para eles.

A questão 1 indagava se os professores dos estudantes costumavam exigir apresentações orais (trabalhos, seminários) em sala de aula. Os resultados evidenciaram uma alta frequência da exigência de apresentações orais em sala de aula (30 estudantes, 93,8% da amostra).

A questão 2 foi disponibilizada apenas para os participantes que responderam “Sim” na questão 1 e perguntava sobre os tipos de apresentação que os professores costumavam exigir. Os participantes poderiam marcar uma ou mais opções. Os resultados para a questão 2 (Figura 4) demonstraram que todos os participantes que responderam “Sim” para a questão 1, costumam realizar “Apresentação de trabalho em grupos” (n= 30). As categorias “Debate” (n= 15), “Elaboração e apresentação de vídeos” (n= 13) e “Teatro ou dramatização” (n= 11) também tiveram destaque.

Na questão 3, os participantes deveriam marcar os tipos de apresentação que mais gostavam. As alternativas de respostas eram as mesmas da questão 2 e novamente uma ou mais opções poderiam ser escolhidas. Os resultados indicaram que os dois tipos de apresentação preferidos pelos estudantes são os mesmos que costumam ser exigidos (“Apresentação de trabalho em grupos”, n= 26 e “Debate”, n= 21), com uma inversão na ordem de preferência na terceira e na quarta colocações, tendo como terceiro lugar a categoria “Teatro ou dramatização” (n= 16) e como quarto, “Elaboração e apresentação de vídeos” (n= 10). Nota-se que quatro participantes não marcaram que gostam de “Apresentações de trabalho em grupo”, apesar de elas serem frequentemente exigidas pelos professores (Figura 4). Um participante declarou que prefere “trabalhos em que o professor dê uma atenção maior e ajude na pesquisa, não somente mande pesquisar”, na categoria “Outros”.

Na questão 4, os participantes indicaram os motivos pelos quais gostavam dos tipos de apresentação selecionados na questão 3. Novamente, os estudantes poderiam marcar uma ou mais opções, bem como poderiam indicar outros motivos. As três principais categorias motivadoras para as preferências pelos tipos de apresentações orais foram “Saio da rotina de aulas expositivas, nas quais só o(a) professor(a) fala” (n= 24), “Interajo

com os meus colegas” (n= 22) e “Passo a conhecer melhor sobre um tema” (n= 20) (Figura 5).

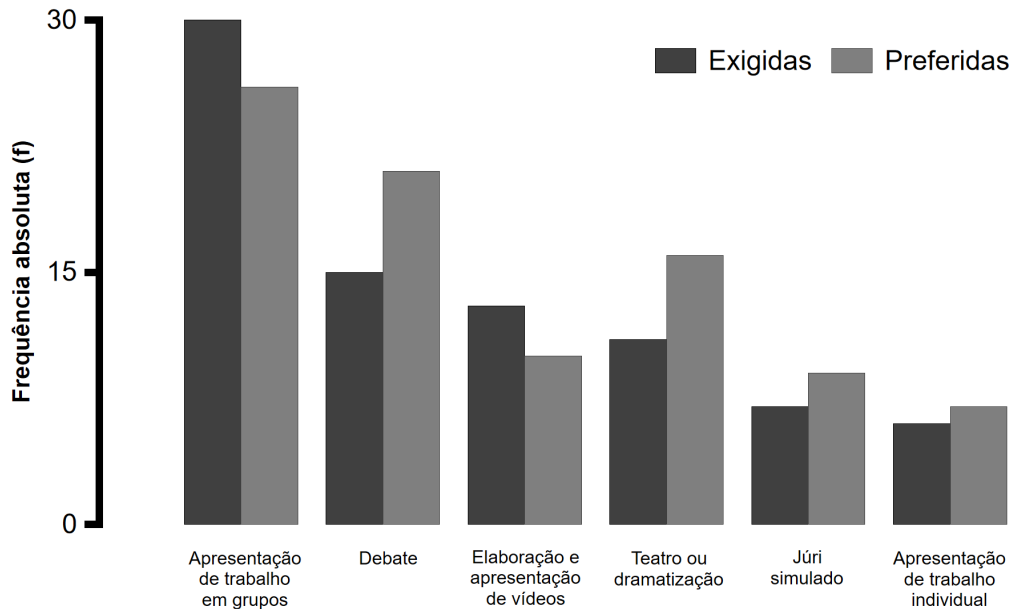


Figura 4. Frequência absoluta (f) das respostas acerca das apresentações exigidas pelos professores dos participantes (n= 30, 2 participantes responderam “não” na questão 1 e foram direcionados diretamente para a questão 3) e das apresentações preferidas pelos estudantes (n= 32).

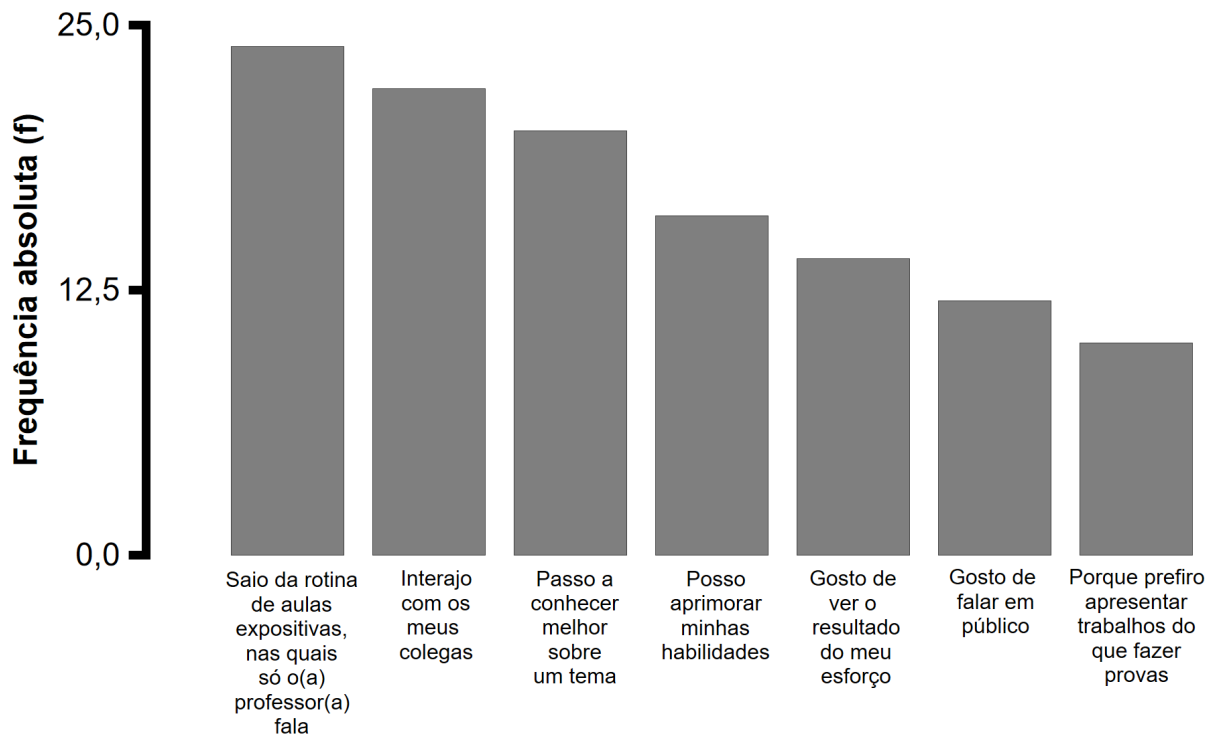


Figura 5. Frequência absoluta (f) das respostas acerca dos motivos dos estudantes (n= 32) para as preferências pelos tipos de apresentações.

O objetivo da questão 5 era a identificação acerca da participação habitual ou não dos estudantes em Feiras de Ciências. Os resultados da questão 5 mostraram que 31 estudantes (97% da amostra) já participaram de pelo menos uma Feira de Ciências em sua vida escolar até o momento. O único estudante que nunca participou desse tipo de evento informou, na questão 6, que as escolas em que ele estudou não promoviam Feiras de Ciências, mas que ele participaria caso tivesse oportunidade no semestre seguinte à aplicação do questionário (questão 8).

A questão 7 não foi disponibilizada para o participante que respondeu “Não” na questão 5, pois explorou os aspectos que mais motivaram os estudantes nas ocasiões passadas em que participaram de Feiras de Ciências. A maior fonte de motivação para participação nessas circunstâncias, conforme indicam os resultados da questão 7 (Figura 6), foi o interesse pelo tema do evento ($n= 21$), porém a obtenção de pontuação nas disciplinas ($n= 17$) e a fuga da rotina ($n= 12$) também figuraram como importantes aspectos motivadores. Um dos participantes relatou que se sentiu motivado “por querer representar a escola”, na categoria “Outros”.

Na questão 8, 31 estudantes (97% da amostra) afirmaram que participariam de uma Feira de Ciência caso ela fosse promovida pela escola no semestre seguinte à aplicação do questionário.

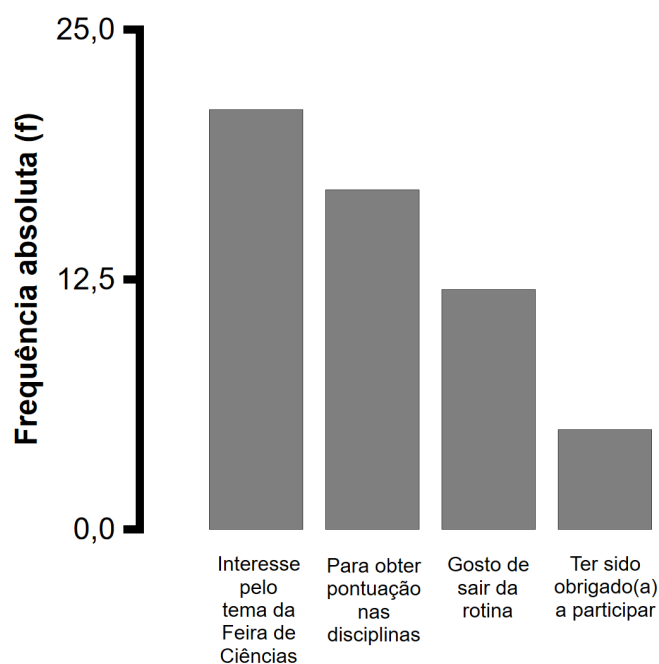


Figura 6. Frequência absoluta (f) das respostas acerca dos motivos dos estudantes ($n= 32$) para participar das Feiras de Ciências.

O segundo objetivo de análise compreendeu 3 questões para identificação das estratégias utilizadas pelos estudantes para se preparar para apresentações orais.

A questão 9 informava sobre a divisão da preparação para apresentações orais em três etapas e questionava para qual delas os participantes davam maior atenção. A maioria dos participantes (n= 16) informou que dedica mais tempo realizando um estudo prévio para conhecer sobre o tema da apresentação (Figura 7). Dos restantes, 9 priorizavam o treino da apresentação oral, enquanto os outros 7, a criação de materiais para expor a apresentação, como por exemplo, *slides* ou cartazes (Figura 7).

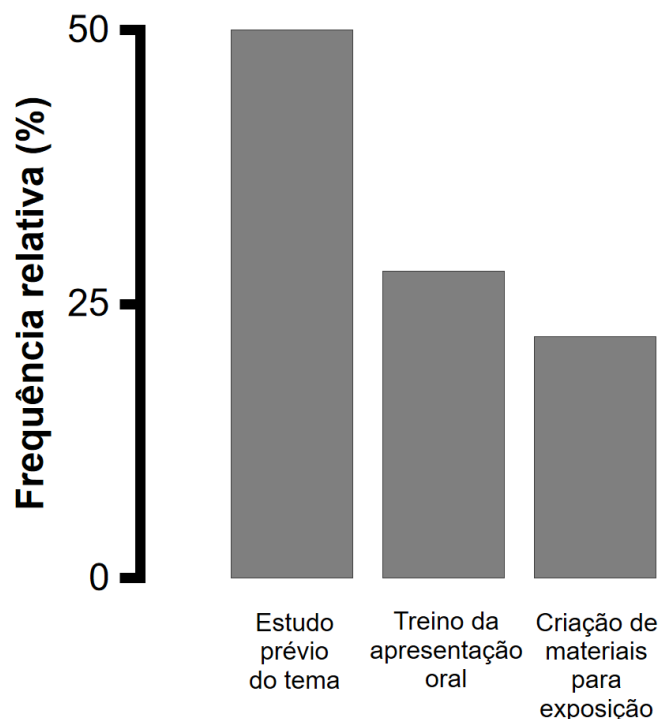


Figura 7. Frequência relativa (em porcentagem) das etapas mais utilizadas pelos estudantes (n= 32) para se preparar para apresentações orais.

A questão 10 buscou conhecer a frequência com a qual os participantes utilizavam estratégias específicas para se preparar para apresentações orais, em uma escala do tipo *likert* de 5 pontos que variavam de “Nunca” a “Sempre”. De acordo com os resultados (Tabela 2), as três principais estratégias foram “Faço pesquisas sobre o tema da apresentação na internet” (EF= 119), “Assisto a videoaulas sobre o assunto” (EF= 92) e “Crio mentalmente uma sequência do que vou falar” (EF= 90).

A questão 11, aberta, buscava saber se havia alguma prática utilizada pelos estudantes para se preparar para as apresentações, além das mencionadas. A pergunta visava a complementar o questionário e, portanto, não era obrigatória. Houve 2 respostas:

“Por eu ter um quadro branco no meu quarto, acabo fazendo anotações lá e fico lendo para poder lembrar mais facilmente e para ficar com uma apresentação sem pausas...”.

“Relaciono o tema com elementos do cotidiano para que eu transmita e entenda da forma mais clara possível”.

Tabela 2. Escores finais correspondentes às estratégias de preparação dos participantes (n= 32) para apresentações orais e frequência absoluta (f) das respostas para cada item, em cada ponto da escala do tipo *likert*. Os itens estão organizados em ordem decrescente do escore final.

Estratégia	N	Frequência (n)				EF
		R	AV	MV	S	
Faço pesquisas sobre o tema da apresentação na internet	0	0	0	9	23	119
Assisto a videoaulas sobre o assunto	1	2	7	12	10	92
Crio mentalmente uma sequência do que vou falar	1	4	7	8	12	90
Leio as anotações sobre o assunto no meu caderno	1	4	10	5	12	87
Faço slides para expor a apresentação	0	3	12	8	9	87
Faço resumos para compreender melhor o assunto/conteúdo	3	2	7	10	10	86
Escrevo um roteiro do que preciso falar	4	4	5	5	14	85
Planejo mentalmente o que preciso fazer até o dia da apresentação	2	4	8	8	10	84
Procuro vídeos relacionados ao tema para usar na apresentação	1	3	12	11	5	80
Procuro notícias relacionadas ao tema	1	7	8	11	5	76
Gravo minha fala enquanto treino para a apresentação	9	4	5	2	12	68
Treino apresentando para mim mesmo(a)	6	9	4	3	10	66
Leio sobre o assunto da apresentação no livro didático	3	9	9	7	4	64
Peço orientações e/ou referências ao professor	5	6	10	6	5	64
Treino apresentando para alguém	11	4	5	3	9	59
Leio outros livros que tratem do assunto da apresentação	6	11	5	6	4	55
Deixo para estudar na véspera da apresentação	5	7	15	3	2	54
Faço um cronograma para me preparar para a apresentação	13	6	8	4	1	38
Faço desenhos e/ou cartazes para usar na apresentação	14	6	10	1	1	33
Apenas improviso minha fala no momento da apresentação	15	12	5	0	0	22
Faço desenhos para compreender melhor o assunto/conteúdo	20	6	4	2	0	20
Cronometro minha apresentação para saber se extrapolei o tempo estipulado	26	4	0	1	1	11

N: Nunca; R: Raramente; AV: Às vezes; MV: Muitas vezes; S: Sempre; EF: Escore final

O terceiro e último objetivo de análise tinha 4 questões dedicadas à detecção dos assuntos de Ciências Biológicas que mais despertavam o interesse dos estudantes.

O gosto (ou desgosto) dos participantes pela disciplina de Biologia foi avaliado pela questão 12 (Figura 8) por meio de uma escala do tipo *likert* de 5 pontos, variando de “Detesto” a “Gosto muito”. Mais de 80% dos participantes demonstraram gostar (um pouco, n= 14 ou muito, n= 12) de Biologia. Não houve nenhuma resposta na categoria “Detesto”.

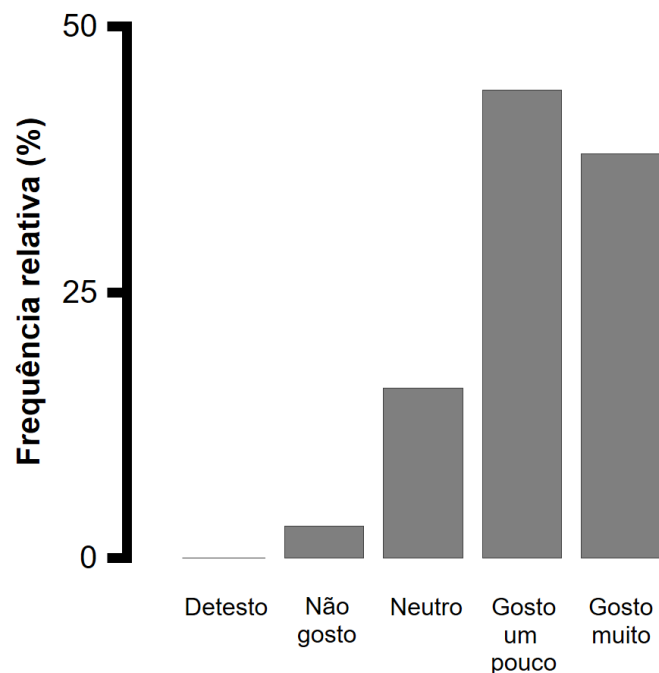


Figura 8. Frequência relativa (em porcentagem) do gosto dos participantes (n= 32) pela área de Biologia. Não houve nenhuma resposta na categoria “Detesto”.

Na questão 13, os estudantes responderam se possuíam conhecimento sobre as áreas de estudo da Biologia por meio de uma escala de 3 pontos, de forma a introduzir a questão seguinte. A maioria dos estudantes (94%, n= 30) acreditavam ter pelo menos um pouco de conhecimento acerca do tema, tendo em vista a frequência absoluta de respostas em cada categoria (“Não”, n= 2, “Um pouco”, n= 22 e “Sim”, n= 8).

A questão 14 buscou levantar os temas preferidos pelos estudantes dentre as múltiplas áreas do conhecimento das Ciências Biológicas, na medida em que solicitou a avaliação de cada um dos assuntos em uma escala igual à da questão 12. Todos os assuntos disponibilizados para avaliação constam no currículo dessa disciplina para o EM (Distrito Federal, 2013). Os assuntos preferidos foram “Doenças humanas” (EF= 106), “Corpo humano e seus sistemas” (EF= 104) e “Origem da vida” (EF= 102), conforme demonstrado na Tabela 3.

As duas últimas questões, 15 e 16, eram abertas, opcionais e buscavam disponibilizar espaço para os participantes expressarem melhor suas opiniões, respectivamente, acerca de outros assuntos, incluídos ou não entre os mencionados na questão 14 para os quais o participante tinha muito interesse e sobre comentários referentes à participação no estudo e às possíveis dificuldades enfrentadas durante o

preenchimento do questionário. Apenas duas respostas foram obtidas na questão 15, a saber “Astrobiologia” e “Genética”. Na questão 16, houve três comentários:

“Creio que é de uma grande importância fazer uma pesquisa como essa, até porque nunca perguntam para o aluno se a aula está interessante, se ele está gostando. Essa pesquisa é uma voz para nós alunos.”

“Poderia ter mais questões.”

“Muito divertido”.

Tabela 3. Escores finais correspondentes às preferências dos participantes (n= 32) pelos assuntos biológicos e frequência absoluta (f) das respostas para cada item, em cada ponto da escala do tipo *likert*. Os itens estão organizados em ordem decrescente do escore final.

Assunto	Frequência (f)					EF
	D	NG	N	GP	GM	
Doenças humanas	0	2	4	8	18	106
Corpo humano e seus sistemas	1	1	4	9	17	104
Origem da vida	2	1	5	5	19	102
Formação e desenvolvimento embrionário	2	2	6	8	14	94
Estudo dos vertebrados e dos animais	1	1	12	3	15	94
Evolução biológica e filogenia	2	3	6	8	13	91
Melhoramento genético (organismos geneticamente modificados/transgênicos)	5	3	2	4	18	91
Definição do que é vida	1	2	10	8	11	90
Ácidos nucleicos (DNA e RNA) e síntese de proteínas	4	3	5	5	15	88
Histologia: tecido epitelial, nervoso, ósseo, conjuntivo...	3	2	10	5	12	85
Processos metabólicos: Fotossíntese, fermentação e respiração celular	3	4	7	6	12	84
Níveis de organização ecológicos (organismo, população, comunidade, bioma etc.)	2	4	8	10	8	82
Vírus: Estrutura e ciclos virais	4	3	7	7	11	82
Estudo dos invertebrados	1	7	9	3	12	82
Interações Ecológicas: harmônicas e desarmônicas	3	3	10	7	9	80
Classificação dos seres vivos (Taxonomia)	5	3	8	6	10	77
Leis gerais da hereditariedade (Lei de Mendel)	5	6	3	8	10	76
Ciclos biogeoquímicos (ciclo do carbono, do nitrogênio etc.)	4	5	8	9	6	72
Divisão Celular: mitose e meiose	8	3	6	9	6	66
Estrutura e organelas das células procariontes e eucariontes	9	3	5	8	7	65
Botânica: estrutura e órgãos vegetais	7	5	9	4	7	63

D: Detesto; NG: Não gosto; N: Neutro; GP: Gosto um pouco; GM: Gosto muito; EF: Escore final

7 DISCUSSÃO – ETAPA 1

Geralmente, os trabalhos e apresentações orais são usados nas escolas como forma de complementar a avaliação com provas escritas, para compor a nota bimestral dos estudantes, especialmente sob a perspectiva teórica da avaliação formativa, amplamente incentivada e utilizada na rede pública do DF (Distrito Federal, 2014). Os resultados das questões 1 e 2 evidenciam que a utilização dessas metodologias de ensino e de avaliação são muito comuns nas escolas públicas do DF, pelo menos para os participantes do estudo.

Nesses trabalhos, os estudantes costumam receber as instruções dos professores sobre o assunto, a modalidade de apresentação e a forma em que serão avaliados. Cabe ao estudante, ou ao grupo, criar estratégias que propiciem seu bom desempenho na tarefa. Nesse ponto entra o uso das FE, dentre as quais o planejamento possui um papel crucial (Meltzer, 2007; Carvalho; Abreu, 2014). É necessário combinar diversos fatores de forma harmônica, como recursos materiais para a exposição (cartazes, *slides*), tempo e principalmente como aponta o questionário, a relação com os colegas de grupo.

As apresentações de trabalhos em grupos foi o tipo mais requisitado no cotidiano escolar (100%) e preferida (81%) pelos participantes da etapa 1 do estudo. Além disso, nessa mesma etapa a segunda maior fonte de motivação observada entre os estudantes para preferência por determinados tipos de apresentação foi a interação com os colegas (69%). Isto é, os resultados demonstraram que na amostra estudada, os professores tendem a incentivar os estudantes a trabalhar em grupos e em retorno os alunos acabam por preferir modalidades de apresentação com interação grupal.

A interação em grupo, no entanto, pode ser um desafio para o desenvolvimento do TEEV, tendo em vista que a aplicação do jogo se dá de forma individualizada, assim como a maior parte dos instrumentos ecológicos para avaliação das FE (Alderman *et al.*, 2003; Bechara *et al.*, 1994; Craik; Bialystok, 2006; Dawson *et al.*, 2009; Jansari *et al.*, 2014; McGeorge *et al.*, 2001; Paraná, 2013; Parsons *et al.*, 2008; Raspelli *et al.*, 2012; Renison *et al.*, 2012; Rizzo *et al.*, 2000; Shallice; Burgess, 1991; Tanguay *et al.*, 2014). Entretanto, a fim de tentar atender essa demanda por interação social foram incluídos no jogo personagens não controladas pelos estudantes com o qual eles podem interagir.

No entanto, torna-se importante considerar a possibilidade de elaborar estratégias para a aplicação coletiva do TEEV como perspectiva futura, especialmente tendo em vista

a alta relevância das interações sociais com pares durante a adolescência, para as quais o tempo dedicado é superior quando comparado à terceira infância e em alguns casos pode até superar o tempo com a própria família nuclear do indivíduo (Papalia; Feldman, 2013).

As Feiras de Ciências são exposições nas quais os alunos são desafiados a se aprofundar em algum assunto específico, além de apresentá-lo às comunidades escolares de forma a despertar curiosidade e interesse do público (Victório; Miranda; Marques, 2020). Apresentam potencial para promover a alfabetização científico-tecnológica mediante a estimulação da aproximação à ciência, da autonomia, da problematização, da contextualização, da investigação, da socialização, da multidisciplinaridade, dentre outros (Ferreira, 2021).

Os resultados sugerem que essa prática é habitual entre os voluntários da etapa 1 do estudo, tendo em vista que a grande maioria dos estudantes entrevistados já participaram de Feiras de Ciências (97%). Destes, apenas 1 não participaria novamente caso tivesse oportunidade no semestre seguinte à aplicação do questionário. Ademais, o único estudante que relatou nunca ter participado de Feiras de Ciências afirmou que isso se deve ao fato de a sua escola não promover esses tipos de eventos, embora ele tenha interesse em participar caso oportunizado.

Os próprios registros documentais reforçam essa inferência, visto que demonstram que desde a década de 90 são realizados eventos desta natureza no âmbito da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF), cuja nomenclatura mudou, em 2011, para “Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal” (Distrito Federal, 2021), o que se soma à percepção da autora deste trabalho mediante a sua experiência como professora da Educação Básica na referida Secretaria.

Martins (2015), realizou um estudo com 11 alunos da 3ª série do EM, com idades entre 15 e 19 anos, em uma escola de Ensino Fundamental e Médio do Recanto das Emas (região administrativa do DF) que promove Feiras de Ciências uma vez por ano. Pouco mais da metade dos participantes do estudo (n= 6), já haviam participado desse tipo de evento quatro vezes ou mais. Os resultados da aplicação de um questionário nessa amostra indicaram que, de acordo com a opinião dos estudantes, a participação em Feiras de Ciências favorece o trabalho em grupo e a cooperação entre as pessoas. Além disso, ficou evidente a preferência dos participantes do estudo por metodologias de ensino que envolvam projetos, pesquisas e tecnologias em detrimento de aulas expositivas (Martins, 2015). Esses resultados vão ao encontro dos do presente estudo, no

sentido em que a categoria que representou a maior motivação para as preferências pelas apresentações orais de trabalhos foi sair da rotina de aulas expositivas (75%).

Como as Feiras de Ciências exigem empenho e dedicação por parte dos estudantes, geralmente é atribuída alguma recompensa aos seus participantes, até mesmo pontuação nas matérias. Curiosamente, no entanto, a pontuação (57%) não foi a maior fonte motivacional para a participação em Feiras de Ciências dentre o grupo estudado nessa etapa do estudo, mas o interesse pelo tema abordado no evento (70%). Esse resultado reforça o valor atribuído ao tema e conseqüentemente, a relevância do terceiro objetivo de análise dessa etapa do estudo para estimular a motivação para a realização do TEEV, conforme será discutido posteriormente.

Diante do contexto apresentado, depreende-se que ainda que a amostra utilizada no estudo seja pequena e não seja representativa, existe a possibilidade em se reforçar o caráter ecológico do TEEV, bem como em promover a motivação para sua realização, caso seu objetivo seja simular a preparação do estudante para uma apresentação em uma Feira de Ciências. Considerando-se a simulação como uma forma de dramatização, destaca-se ainda, que esse tipo de apresentação foi considerado motivador (50%), apesar de não ser habitual (37%) dentre os participantes desta etapa do estudo

A fala de um dos estudantes na categoria “Outros” da questão 4 sobre a preferência por trabalhos em que as intervenções dos professores sejam mais evidentes remonta ao discutido na seção 2.3 acerca do papel de mediação dos educadores, especialmente no que concerne à discutir em sala de aula, de forma explícita, formas de organizar os trabalhos, de sequenciar as tarefas a serem realizadas e principalmente, estratégias que permitam o “aprender a aprender” (Meltzer, 2007; Carvalho; Abreu, 2014).

Considerando o segundo objetivo de análise e os resultados da questão 9, a maioria dos participantes da pesquisa dedica mais tempo ao estudo prévio sobre o tema da apresentação, sendo que o treino da apresentação oral e a criação de materiais para sua exposição praticamente empatam e recebem maior dedicação de um menor número de estudantes. Considerou-se que para o TEEV seria interessante encontrar uma maneira de abordar o item que contempla o perfil da maioria dos estudantes avaliados, a fim de aumentar a validade ecológica do jogo (AERA; APA; NCME, 2014).

Será importante, portanto, incluir dentre as tarefas do TEEV um momento em que os participantes se dediquem a ler sobre um tema e a avaliar a qualidade daquilo que está lendo, o que pode ser considerado uma medida de competência leitora, que vem se demonstrando como altamente relacionada com as FE (Seabra *et al.*, 2014).

A questão 10 teve maior relevância para o segundo objetivo de análise, pois permitiu avaliar quais eram as estratégias mais utilizadas pelos estudantes ao se prepararem para uma apresentação. A análise individual de cada um dos itens permitiu observar estratégias que são muito utilizadas e aquelas que nunca ou raramente são, o que contribuiu em um ponto de partida para a elaboração do TEEV.

As estratégias que preferencialmente devem ser utilizadas no jogo são aquelas que tiveram as maiores frequências nas opções “muitas vezes” e “sempre” e poucas respostas “nunca” ou “raramente”, isto é, estratégias com um escore final alto. Assim, as estratégias usadas pela maioria dos participantes foram pesquisar sobre o assunto na internet (EF= 119), assistir a videoaulas (EF= 92), criar mentalmente uma sequência da fala (EF= 90). Outras estratégias muito utilizadas foram relacionadas à leitura das anotações do caderno e à confecção de algum tipo de material para se preparar para a apresentação ou para ser utilizada durante a mesma, tais como *slides*, resumos e um roteiro da fala. O planejamento mental para o que se precisa fazer até o dia da apresentação também é uma estratégia muito utilizada, o que se relaciona com a criação do roteiro mencionado anteriormente. Além disso, muitos dos participantes do estudo declararam realizar a busca de vídeos e notícias relacionados aos temas.

As estratégias que tiveram as maiores frequências nas opções “nunca” e “raramente” não são habitualmente usadas pelos participantes, logo, não são as melhores escolhas para compor um jogo ecológico. As estratégias menos usadas foram relacionadas a cronometrar a apresentação para fins de controle do tempo utilizado e a realização de desenhos para compreender melhor o conteúdo. A improvisação da fala, a confecção de desenhos ou cartazes para usar na apresentação, fazer um cronograma para a preparação para a apresentação e deixar para estudar na véspera também foram estratégias pouco utilizadas.

Quanto às duas respostas que foram escritas na questão 11, uma não corresponde ao cotidiano, por se tratar de um estudante que tem um quadro branco em casa e provavelmente essa não é a realidade da maioria dos alunos. A segunda resposta, por outro lado, talvez possa ser aplicável à maioria por se tratar de associar o tema a elementos do cotidiano. Essa associação facilita a memorização e as chances de aprendizagem, além de permitir que o aprendiz consiga dar exemplos e aborde o assunto de forma mais completa e contextualizada durante uma apresentação. Porém, o uso dessa estratégia infelizmente não foi investigado para o grupo de participantes.

Sendo assim, os resultados obtidos neste bloco de objetivos de análise subsidiaram a modelagem das tarefas a serem exigidas durante o TEEV, na medida em que foram priorizadas as estratégias mais utilizadas para favorecer o aspecto ecológico do jogo (AERA; APA; NCME, 2014). Porém, considerações acerca da operacionalização dessas estratégias nas tarefas do instrumento devem ser feitas, especialmente no que tange ao tempo que elas demandam e à necessidade de que a avaliação do TEEV seja objetiva. Nesse sentido, dentre as estratégias muito utilizadas pelo grupo de participantes no estudo, assistir a videoaulas, bem como a confecção de *slides*, resumos e roteiros para a apresentação não são consideradas boas estratégias para o seu desenvolvimento, pois demandariam tempo além do que se tem disponível para a realização do jogo.

De modo geral, foi possível perceber que estratégias que envolvem o estudo do tema, tais como pesquisar sobre o assunto na internet, buscar vídeos e notícias relacionados aos temas e ler as anotações do caderno são uma prioridade dentre o grupo de estudantes estudado, conforme também foi destacado pelos resultados da questão 9, que indicou o estudo prévio para conhecer sobre o tema da apresentação como prioritário para a maioria dos participantes (56%). Essa característica pode ser modelada para compor as tarefas solicitadas no TEEV, não só no que tange ao estudo e à avaliação de materiais, conforme discutido anteriormente, mas também na pesquisa e na busca por eles no ambiente escolar, por exemplo, nos cadernos, nos livros da biblioteca, em notícias e em textos da *internet*.

Curiosamente, estratégias que recrutam a habilidade de planejamento foram encontradas tanto dentre as mais utilizadas (criar mentalmente uma sequência da fala e o planejamento mental para o que se precisa fazer até o dia da apresentação), quanto dentre as que são utilizadas muito raramente ou nunca (elaboração de um cronograma e cronometrar a apresentação). Ademais, os resultados indicam que os participantes do estudo não costumam deixar para estudar na véspera, nem apenas improvisar a fala no momento da apresentação. Dessa forma, há indícios do uso da habilidade de planejamento pelos estudantes analisados durante a preparação para uma apresentação, mas de uma forma menos rigorosa ou sistematizada. Isto é, os participantes do estudo possuem o hábito de pensar sobre o que precisam fazer até o dia da apresentação, mas isso não costuma ser sistematizado em um cronograma. Eles frequentemente pensam sobre o que vão falar na apresentação e alguns até elaboram um roteiro para isso e fazem sessões de treino da fala, mas apenas dois estudantes cronometram a apresentação com frequência. Isso vai ao encontro do que descreve Meltzer (2007) a

respeito da fragilidade dos estudantes no uso de estratégias sistemáticas, o que pode advir da ausência da inclusão destas de forma explícita no currículo escolar. Desta forma, a modelagem das tarefas do TEEV precisa levar em conta esse aspecto menos rigoroso.

Em relação ao terceiro bloco de objetivos de análise, os resultados mostraram que as Ciências Biológicas despertam o interesse da maioria dos participantes dessa etapa do estudo, o que está de acordo com o encontrado na literatura (Campos; Gomes, 2003).

Além disso, grande parte dos estudantes avaliados já possuíam pelo menos um pouco de conhecimento sobre as áreas de investigação das Ciências Biológicas, de acordo com os resultados da questão 13, o que contribuiu para a robustez dos resultados obtidos na questão 14. Afinal, os indivíduos precisam conhecer sobre os assuntos para que pudessem responder se gostavam ou não dos mesmos. Destaca-se como limitação do estudo, no entanto, que apesar de a maior parte dos respondentes terem escolhido as opções “Um pouco” e “Sim” na questão 13, há dúvidas acerca da extensão de cada descritor para a avaliação do nível de conhecimento acerca da Biologia.

Ainda assim, o interesse dos participantes do estudo em Biologia pode ser considerado um ponto positivo, que poderá contribuir para o sucesso do TEEV, já que é possível alcançar melhores resultados quando se há o empenho e a atenção dos participantes no tema a ser avaliado (Carreiro *et al.* 2014).

Entretanto, deve-se levar em consideração a possibilidade de os estudantes terem se sentido desconfortáveis em afirmar que não gostavam de Ciências Biológicas, principalmente para a alternativa “Detesto”. A fim de evitar tal viés nos resultados, foi incluída uma instrução no início do questionário que afirmava: “É muito importante que você responda às perguntas sendo o mais sincero e preciso possível. Não precisa se sentir envergonhado(a)!”. Entretanto, ainda assim, talvez o questionário tenha permanecido com essa limitação.

Apesar disso, a maioria dos estudantes respondeu que gosta de Ciências Biológicas (81%) e se interessa pelos temas “doenças humanas” (EF= 106), “corpo humano e seus sistemas” (EF= 104) e “origem da vida” (EF= 102), sendo estes os temas selecionados para o TEEV. Em função desses resultados, a modelagem das instruções e tarefas do TEEV voltou-se para esses três assuntos. O tema “Doenças Humanas” foi composto por agentes patogênicos virais, tendo como subtemas “AIDS”, “Herpes” e “HPV”. Já “Corpo humano e seus sistemas” poderia ser subdividido nos sistemas fisiológicos, por exemplo, sistema digestório e sistema nervoso ou por diferentes órgãos. A decisão final foi de separar os subtemas por órgãos: “Coração”, “Cérebro” e “Intestino”. Por fim, as diferentes

teorias de origem da vida, como as teorias da “Abiogênese”, da “Panspermia” e da “Evolução Molecular” compuseram os subtemas do terceiro assunto selecionado.

É importante ressaltar que as tarefas a serem desempenhadas durante o jogo não são modificadas ou influenciadas pelo tema escolhido pelo participante. A escolha de um tema é relevante somente para a motivação dos estudantes e seu engajamento durante a execução das tarefas propostas, pois contribuem para contextualizá-las. Sendo assim, apesar de os temas do TEEV serem modelados a partir de assuntos da Biologia, as competências e as habilidades desenvolvidas no componente curricular de Língua Portuguesa, especialmente o letramento, a competência leitora e a interpretação de textos são essenciais para um bom desempenho no jogo.

Em relação à percepção dos participantes sobre o questionário e a participação na pesquisa, considera-se que os resultados foram positivos, apesar de haver poucas respostas para a última questão. A fala de que a pesquisa forneceu “uma voz para os alunos” foi gratificante, no sentido que esta demonstra a relevância dessa etapa para modelagem do TEEV e ainda reforça a necessidade de levar mais em consideração os estudantes nos momentos de planejamento das intervenções a serem realizadas com eles, tanto no ambiente escolar, quanto no que concerne à avaliação neuropsicológica.

8 CONCLUSÃO – ETAPA 1

Considerou-se que a utilização do questionário foi útil para subsidiar reflexões e considerações importantes e necessárias para a construção do TEEV. Decisões importantes foram tomadas com base nos resultados de cada um dos objetivos de análise. Desta maneira, foi possível: a) Definir que durante o jogo o estudante irá simular a sua preparação para uma apresentação em uma Feira de Ciências; b) Adquirir um ponto de partida para a definição operacional das tarefas a serem realizadas durante o jogo, de acordo com as estratégias utilizadas mais frequentemente na amostra estudada; e c) Definir os assuntos “Doenças humanas”, “Corpo humano” e “Origem da vida” como as opções de temas disponíveis para a simulação da Feira de Ciências durante o TEEV, a ser escolhido pelo indivíduo avaliado por este instrumento no início da sua aplicação.

No entanto, de modo geral, tem-se consciência de que, ainda que os participantes do estudo sejam provenientes de uma grande variedade de regiões administrativas do DF, a amostra do estudo não pode ser considerada representativa e deste modo, foi utilizada muita cautela em relação a generalizações.

9 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 2

9.1 Relevância da Etapa 2 para o Estudo

A etapa 2 teve como objetivos específicos: a) elaborar uma versão preliminar do TEEV, por meio da caracterização do sistema psicológico, da definição constitutiva e da definição operacional; b) submeter a versão preliminar do jogo a uma análise de conteúdo e a uma análise semântica realizada por juízes; c) elaborar o *design* gráfico do TEEV por meio da busca e da seleção de referências visuais, da definição estética e visual do jogo, bem como da construção de personagens, ambientes, objetos e interfaces e d) elaborar a versão final do TEEV, por meio da produção de um programa computadorizado interativo (*software* executável). A versão final do TEEV obtida por meio da segunda etapa consistiu em sua contribuição para o estudo como um todo.

9.2 Procedimentos teóricos

O desenvolvimento do Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV) seguiu as recomendações do modelo de Pasquali (2010). Em seu livro, o autor fornece um modelo para elaboração de instrumental psicológico que abrange três grandes pólos, a saber, procedimentos teóricos, procedimentos empíricos (ou experimentais) e procedimentos analíticos (ou estatísticos). De acordo com o autor, os procedimentos teóricos compreendem uma fase em que se realiza uma revisão bibliográfica acerca do sistema e do objeto psicológico (fase de teoria) e outra chamada de “construção do instrumento”, em que ocorrem as definições constitutiva e operacional do instrumento, a operacionalização e a análise dos itens. Em seguida, devem ser realizados os procedimentos experimentais, que envolvem o planejamento e a execução da coleta de dados com a aplicação do instrumento desenvolvido. Por fim, os procedimentos analíticos envolvem a análise empírica, a análise fatorial, a análise de consistência interna e o estabelecimento de normas para o instrumento (normatização). Excluindo-se a normatização, todos os passos dos procedimentos experimentais e analíticos permitem a validação do instrumento, isto é, o levantamento de evidências de validade para as interpretações dos escores sugeridos pelos autores do instrumento (Pasquali, 2010).

No presente estudo, não se pretende completar o levantamento de evidências de validade do instrumento, pois como o próprio autor afirma, isso requer conhecimentos avançados e experiência nos campos de psicometria e estatística. Sendo assim, para este trabalho julgou-se prudente focar nos procedimentos teóricos para o

desenvolvimento do instrumento e apenas iniciar os procedimentos experimentais, o que não exclui a possibilidade de que as demais fases sejam realizadas posteriormente em momento oportuno. Tal decisão é apoiada pela afirmação de Pasquali (2010) acerca da fragilidade de grande parte dos instrumentos psicológicos em termos de “teoria”. Desta forma, os procedimentos analíticos serão realizados futuramente, em parceria com especialistas na área, momento em que também pretende-se realizar a normatização do instrumento.

Diante do contexto apresentado, os próximos tópicos foram organizados de acordo com a sequência orientada por Pasquali (2010), em seu modelo de elaboração de instrumental psicológico.

9.2.1 Definição do sistema psicológico, dos atributos e de suas dimensões

Seguindo o referido modelo, os procedimentos teóricos devem iniciar pela definição do sistema psicológico, compreendido como o objeto de estudo ou de interesse do instrumento, o que é considerado sinônimo de objeto psicológico (Pasquali, 2010). Em consonância com a revisão bibliográfica realizada, disponibilizada na introdução deste trabalho, definiu-se as FE como sistema ou objeto psicológico do TEEV.

Porém, conforme explica Pasquali (2010), o objeto psicológico não é diretamente medido, mas seus atributos sim. O autor exemplifica que uma rosa possui diversos atributos, como cor, cheiro e peso. De forma análoga, se o objeto de estudo for a inteligência, seus atributos mensuráveis são raciocínio verbal, raciocínio numérico, dentre outros. O atributo pode ser definido, portanto, como o construto psicológico que se pretende avaliar. Esses atributos, por sua vez, podem apresentar dimensões variadas, isto é, componentes distintos, independentes ou não, definidos por meio de estudos que utilizaram como metodologia a análise fatorial dos dados empíricos. Nesse sentido, tomando-se como referência o modelo fatorial das FE (Miyake *et al.*, 2000; Diamond, 2013), definiu-se como atributos a habilidade de planejamento e como dimensões para avaliação o CI, a MO e a FC.

9.2.2 Definição constitutiva

A definição constitutiva de um instrumento consiste na delimitação dos construtos a serem estudados, isto é, na elaboração das suas definições em termos abstratos e no esclarecimento acerca das dimensões consideradas para análise (Pasquali, 2010).

Envolve a exposição acerca da compreensão dos autores do instrumento acerca de cada construto.

Nesse sentido, a definição constitutiva do TEEV corresponde ao que foi apresentado na introdução deste trabalho acerca das FE. No entanto, para fins de clareza, apresentam-se as definições de forma resumida a seguir.

A MO é o componente das FE que permite a memorização de informações e a manipulação destas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. É recrutada para a realização de operações mentais, como reordenar itens, relacionar ideias ou fatos e realizar cálculos.

O CI consiste em uma função de autocontrole, responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. Envolve a inibição de pensamentos ou memórias não relevantes para a execução de uma determinada tarefa, a capacidade de focar a atenção em estímulos específicos, o controle de comportamentos para resistir a tentações durante um período prolongado e ainda, a seleção de respostas motoras adequadas para diferentes estímulos.

A FC consiste na capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. Envolve a habilidade de adaptar estratégias e de utilizar experiências anteriores para conduzir situações novas, realizar rearranjos que permitam a elaboração de novos comportamentos, alterar a perspectiva de visualização de um problema ou um estímulo, aproveitar oportunidades e realizar duas ou mais tarefas simultaneamente, de forma a monitorar os estímulos relevantes ao longo do tempo e alternar a execução dos comportamentos adequados para cada tarefa nos momentos apropriados.

O planejamento utiliza-se dos três construtos anteriores como suporte para elaborar e executar sequências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

9.2.3 Definição operacional

A definição operacional de um instrumento é responsável pela transposição do abstrato para o concreto (Pasquali, 2010). Assim, após definidos os construtos a serem avaliados, são delineados os itens que se propõe a medir ou a avaliar cada um deles, de forma concreta e bem definida. Nesse momento, portanto, são estabelecidos os itens que compõem o jogo, isto é, o que especificamente se espera que o indivíduo faça durante o

jogo. É importante que se tenha clareza acerca de aspectos essenciais do instrumento, tais como a população-meta à qual o jogo será aplicado, o seu objetivo geral, as instruções recebidas pelo indivíduo, o tipo de aplicação do instrumento, o seu formato, a sua duração, a quantidade de itens, o grau de sensibilidade, se a medida é ampla (global) ou específica, o número de escores obtidos e se ele servirá como base para análise diagnóstica (Pasquali, 2010).

Sendo assim, para a definição operacional do TEEV, instrumentos correlatos (Craik; Bialystok, 2006; Dawson *et al.*, 2009; Jansari *et al.*, 2014) e um levantamento realizado com a população-meta, por meio do questionário apresentado na Etapa 1, serviram como inspiração.

Então, após reflexão e considerações cautelosas, foi possível atingir uma modelagem preliminar para o TEEV. Estabeleceu-se como população-meta estudantes de EM, especialmente (mas não exclusivamente) de escolas públicas do DF. Os estudantes terão como objetivo geral preparar-se para uma apresentação em uma feira de ciências, conforme foi apresentado na Etapa 1. O jogo deve ser aplicado de forma individual, no formato computadorizado, no qual o estudante terá acesso a um ambiente virtual que simula uma escola e seus ambientes comuns.

As instruções para realização do jogo são apresentadas na forma de um tutorial no início da sua aplicação, momento em que o adolescente é orientado a realizar tarefas específicas enquanto cumpre um conjunto de regras, que devem ser seguidas, porém podem ser quebradas. O indivíduo recebe a orientação de que a violação das regras impacta negativamente na sua avaliação pós-jogo, porém a não realização das tarefas possui um impacto ainda pior na avaliação final. Desta maneira, a realização das tarefas e o cumprimento das regras será complexa (não trivial), de forma a recrutar processos cognitivos controlados, em especial as FE. A duração do jogo é longa, em torno de 30 minutos a 1 hora, a depender do desempenho do participante e do tempo necessário para a compreensão das instruções por parte deste.

Considerando-se a definição constitutiva do instrumento a medida pode ser considerada como ampla (global), pois se propõe a avaliar o funcionamento executivo necessário para a vida diária, especialmente no que tange à habilidade de planejamento. Ao mesmo tempo, espera-se obter correlatos específicos do desempenho do indivíduo em relação aos componentes centrais das FE, ou seja, do CI, da MO e da FC. Assim, o jogo fornece quatro escores: um escore final, que indica uma medida global do funcionamento

executivo e do planejamento e três escores específicos, um para avaliação de cada componente.

Além disso, a aplicação do TEEV tem potencial para fornecer diversos parâmetros para a análise do desempenho comportamental, tais como: o número de vezes que o participante revisou as listas de tarefas e de regras; o tempo total do jogo; o número de tarefas completadas de forma adequada; o número de tarefas realizadas apenas de forma parcial ou ineficiente; o número de tarefas não realizadas; a frequência de violação das regras; dentre outros parâmetros.

Espera-se, ainda, que, quando aplicado por profissionais especialistas em avaliação neuropsicológica, o jogo seja sensível para detectar condições clínicas associadas a comprometimentos no funcionamento executivo, tais como, mas não somente, Dislexia, Discalculia, TDAH e TEA.

Definidos os principais aspectos de modelagem preliminar, seguiu-se com os demais passos de definição operacional dos itens do jogo. De acordo com Pasquali (2010), podem servir de fontes para os itens a literatura, a experiência dos autores do instrumento, a consulta com especialistas sobre o tema e uma entrevista com o público-alvo, como o que foi realizado na Etapa 1, apresentado anteriormente.

Desta forma, chegou-se a uma versão piloto preliminar do jogo que previa a simulação da preparação do indivíduo para uma apresentação para uma feira de ciências, realizada em um ambiente virtual (escola). Nessa versão, o jogo propunha a execução de 16 tarefas pelos participantes avaliados, limitadas por um conjunto de 12 regras, apresentadas na seção de Resultados da Etapa 2. As tarefas e as regras foram consideradas como os itens do instrumento, sendo construídas de forma a cumprir os critérios de construção de itens recomendados por Pasquali (2010), a saber, critério comportamental, de objetividade, da simplicidade, da clareza, da relevância, da precisão, da variedade, da modalidade, da tipicidade, da credibilidade (*face validity*), da amplitude e do equilíbrio. O jogo necessita da gravação da tela do computador e do vídeo dos estudantes durante a sua realização, para análise posterior por avaliadores treinados, utilizando uma escala de avaliação de cada uma das tarefas, composta pelos valores 0 (não execução da tarefa), 1 (execução inadequada ou incompleta) a 2 (execução completa). O somatório resultante da avaliação fornece um escore global do funcionamento executivo relacionado à habilidade de planejamento e 3 escores específicos relacionados ao CI, à MO e à FC. Os indivíduos também são avaliados em

relação aos parâmetros comportamentais mencionados anteriormente, ou seja, aos erros (incluindo erros de omissão) e tempo gasto para a realização do jogo, por exemplo.

9.2.4 Análise de juízes

Com o intuito de analisar o construto avaliado por cada item (análise de conteúdo) e a clareza da redação dos itens para a população-meta (análise semântica), a versão preliminar do jogo foi submetida a uma análise de juízes. Esta foi realizada por meio de dois instrumentos submetidos à análise de nove juízes, estudantes de pós-graduação com conhecimentos no campo de construção de medidas, mas não necessariamente especialistas em processos cognitivos e em FE. O primeiro instrumento analisado (Apêndice A) apresentou todas as instruções elaboradas para o jogo e solicitou que os juízes avaliassem a clareza das mesmas, considerando as tarefas que seriam desempenhadas e o conjunto de regras que as limitavam (Tabela 4). O segundo apresentou os itens dispostos em uma tabela e pediu o julgamento acerca de qual construto era avaliado por cada item, bem como a análise acerca da clareza dos itens (Apêndice B).

Para a análise semântica, em ambos os instrumentos, os juízes foram solicitados a avaliar o quanto os itens eram diretos, objetivos e claros para o estrato mais baixo da população-meta.

Para a análise de conteúdo, os juízes verificaram qual construto estava sendo avaliado por cada item, tendo como base a definição constitutiva apresentada no instrumento para cada FE. Caso o juiz considerasse que o item avaliava mais de um construto, ele(a) deveria indicar quais construtos ele julgava estar sendo avaliado. Além disso, se ele(a) considerasse que o conteúdo do item não apresentava relação com os constructos apresentados, foi orientado a não marcar nada, isto é, a deixar os campos correspondentes aos construtos em branco. Pasquali (2010) argumenta que apesar de ser comumente chamada de análise de conteúdo, este tipo de análise seria mais adequadamente referida como análise de construto.

9.2.5 Processo de design gráfico e de programação do TEEV

Esse processo foi realizado em colaboração com um aluno de iniciação científica vinculado ao projeto, à época estudante do curso de graduação em Design Gráfico da Universidade de Brasília e com uma empresa terceirizada, contratada para o desenvolvimento do TEEV. Esse processo culminou na elaboração de um Trabalho de

Conclusão de Curso que descreve em detalhes todos os aspectos envolvidos no aspecto do processo de *design* do instrumento (Sá, 2018).

É importante ressaltar que o TEEV foi desenvolvido de forma *gamificada*, o que significa que o aspecto lúdico foi considerado como primordial, especialmente levando-se em consideração que essa característica poderia ser responsável por um maior nível de engajamento e de motivação por parte dos estudantes, de forma que o instrumento possa ser referido como um jogo pela população-meta. Na área de desenvolvimento de jogos, produtos como este são comumente referidos como “jogo sério”, no sentido em que apresentam características típicas de um jogo, sem deixar de cumprir o seu objetivo principal. Nesse contexto, entende-se que os termos “jogo” e “instrumento de avaliação”, dentre outros, podem ser utilizados como sinônimos ao se referir ao TEEV sem prejuízo da sua importância e do compromisso com o qual ele foi desenvolvido, para atender ao requisito de avaliar as FE.

As conclusões retiradas do estudo com a análise de juízes resultaram na elaboração de um documento orientador para o processo de *design* gráfico e de programação do TEEV, chamado pela empresa de *Game Design Document* (GDD). O documento definiu o fluxo de *gameplay* do TEEV, com a definição do local em que o participante iniciará o jogo, bem como todas as atividades que espera-se que sejam realizadas desde o seu início até a sua conclusão, em uma ordem ideal. Essa ordem, no entanto, não será fixa e dependerá do planejamento do indivíduo e das decisões tomadas por ele em seu decorrer. No documento também são descritos os objetivos do jogo, as tarefas a serem realizadas, as regras a serem cumpridas, as *non-playable characters* (NPCs, personagens presentes no jogo, mas não controlados pelo jogador), os ambientes (cenários) incluídos na escola, os objetos interativos e estáticos, as janelas de interação (interfaces), os sistemas a serem incluídos, as mecânicas de movimentação, interação e seleção.

Para a definição da estética e da identidade visual do TEEV, foram levantadas referências visuais importantes por meio da realização de visitas e análises de fotografias de diversas escolas públicas do DF. Referências visuais de outros jogos também foram levantadas e assim, foi possível elaborar esboços (chamados no mercado de desenvolvimento de jogos de *wireframes*) do que era esperado em termos de cenários, da interface do jogo, do mapa da escola, dentre outros aspectos (Figuras 9 a 20). Isso possibilitou que fosse feita uma lista dos *assets* visuais a serem desenvolvidos, bem como a definição de um prazo para a construção de uma versão preliminar do TEEV.

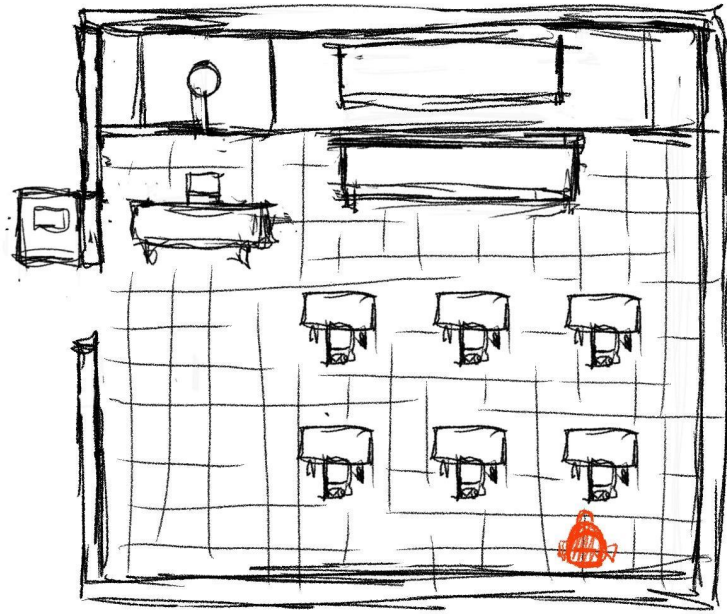


Figura 9. Wireframe da Sala de Aula.

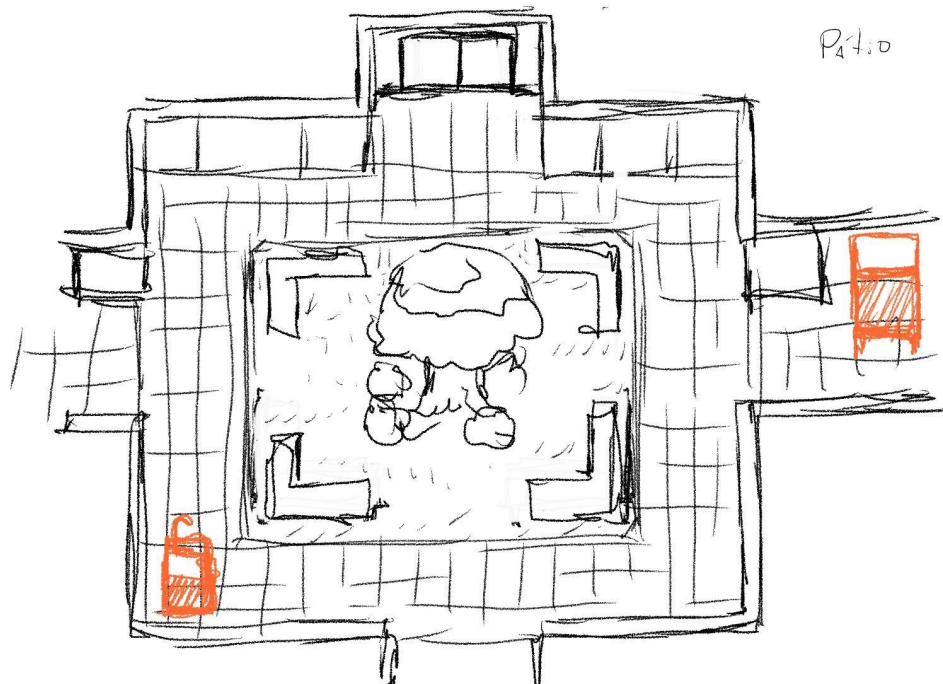


Figura 10. Wireframe do Pátio.

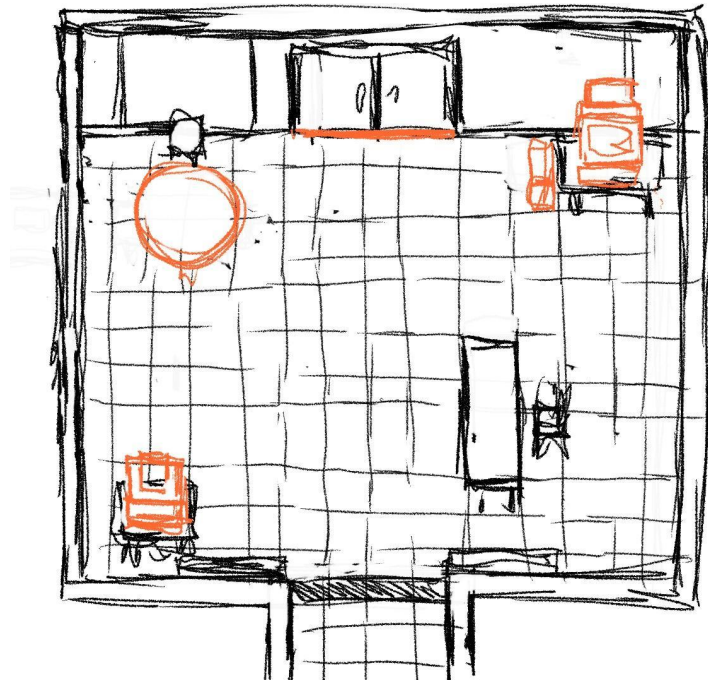


Figura 11. Wireframe da Sala de Estudos.

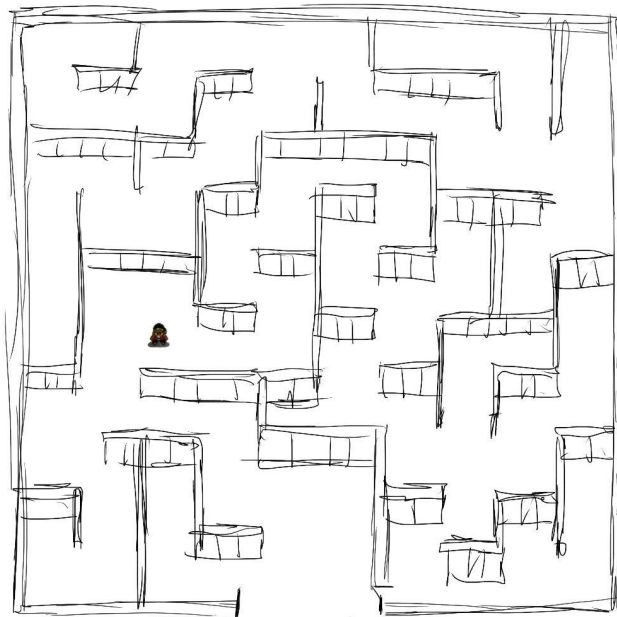


Figura 12. Wireframe da Biblioteca.

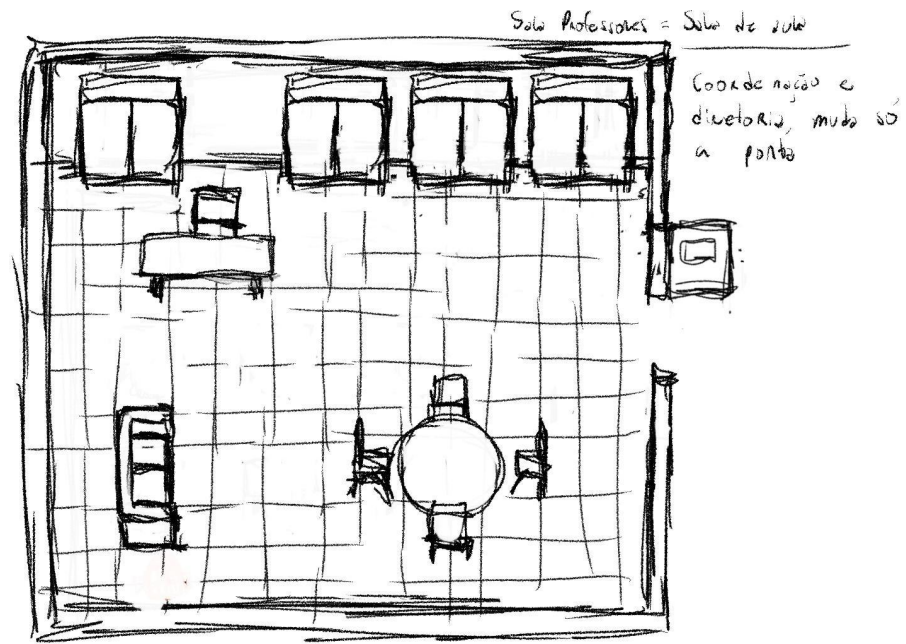


Figura 13. Wireframe da Sala dos professores.

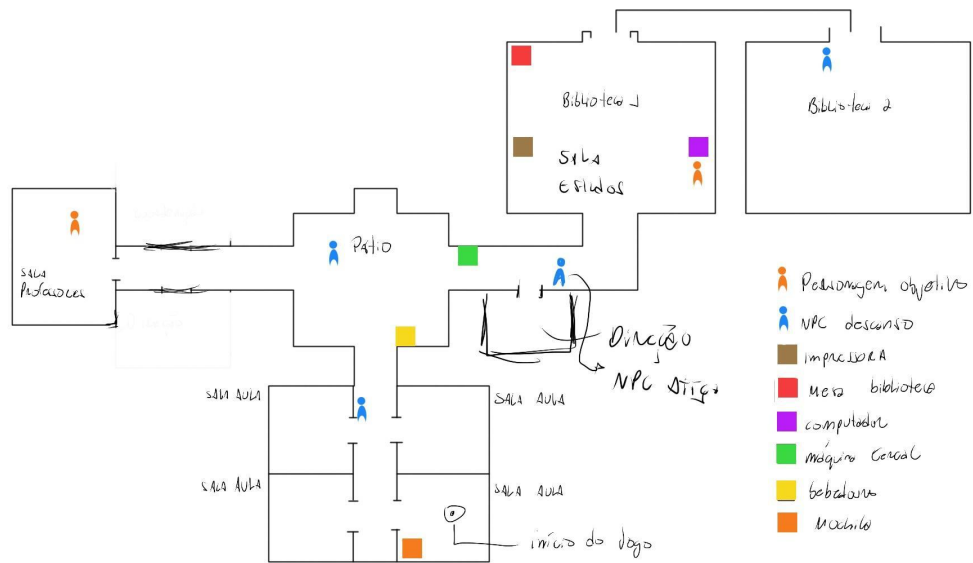


Figura 14. Wireframe do Mapa da escola.

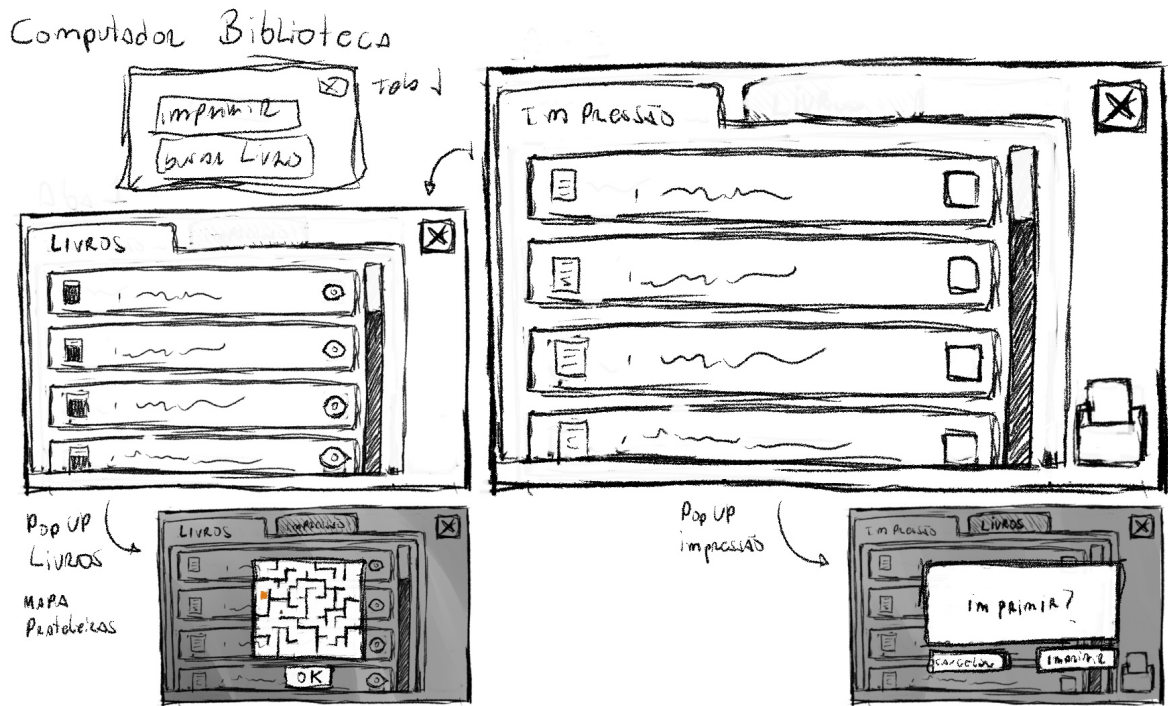


Figura 15. Wireframe do Sistema do computador.

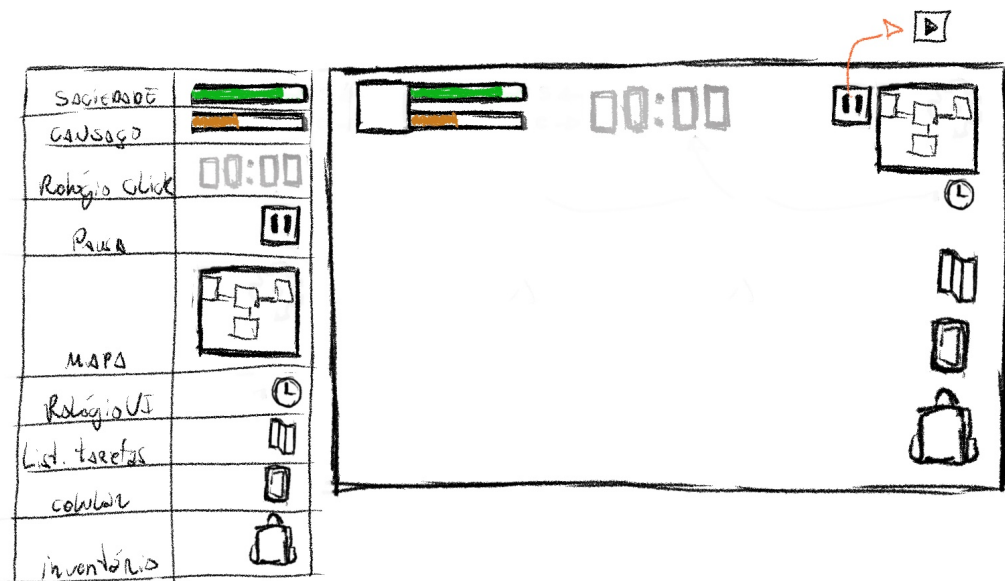


Figura 16. Wireframe da interface do jogo.

Organizar Tarefas

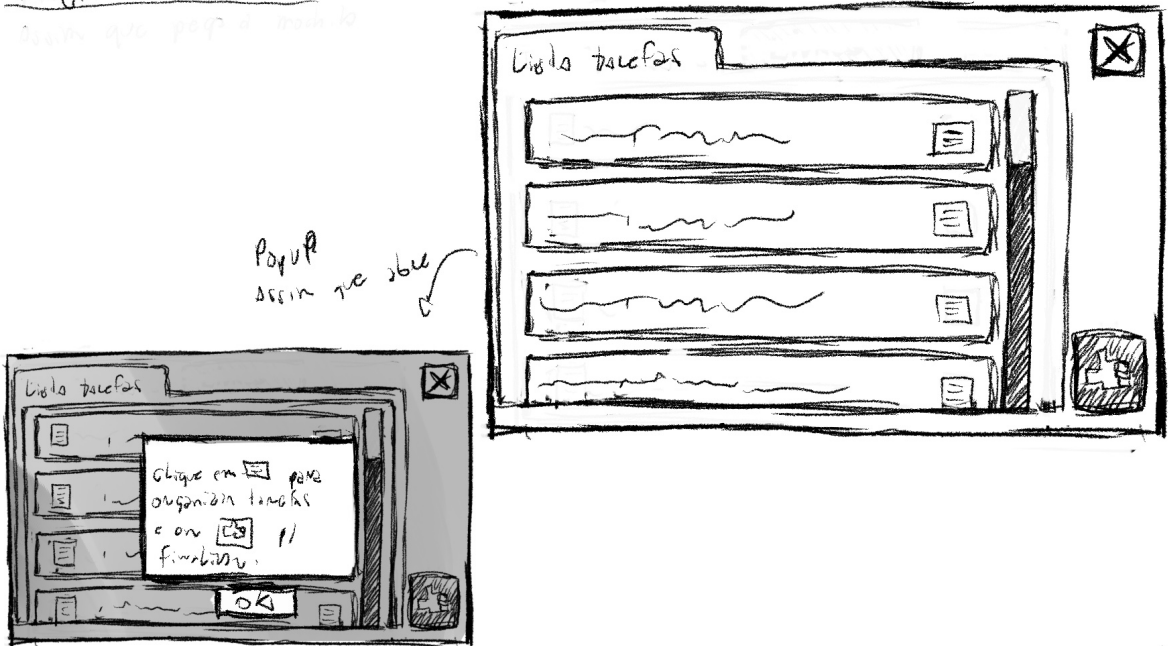


Figura 17. Wireframe dos sistemas de consulta da lista de tarefas e de ordenação das mesmas.

Mesa Biblioteca

- Anotações CADAVO
- JORNAIS
- Textos impressos

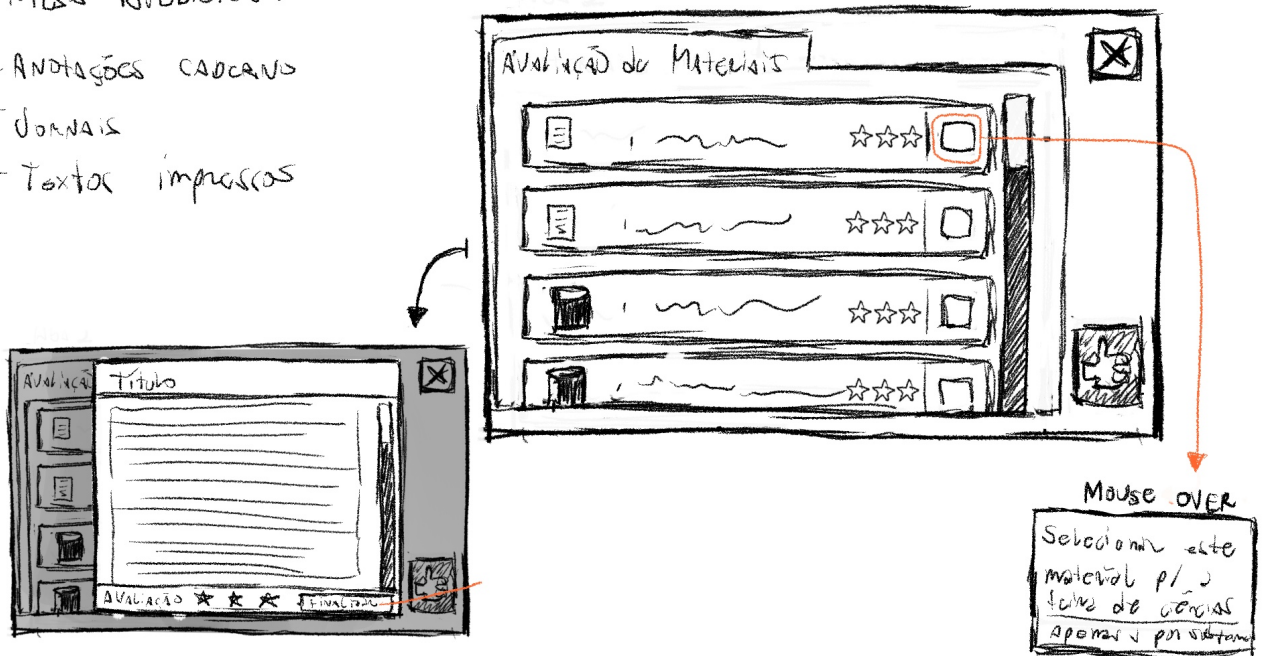


Figura 18. Wireframe do sistemas de classificação dos materiais.

INVENTÁRIO - mochila



Figura 19. Wireframe do inventário (mochila).

Seleção de Personagem

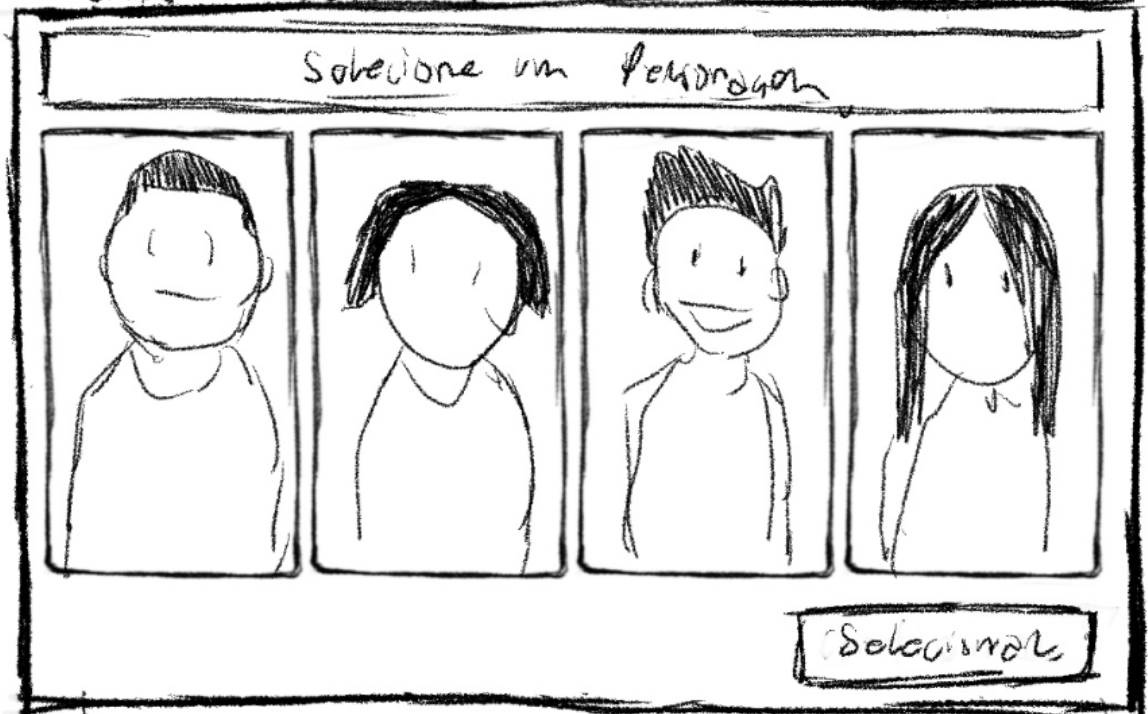


Figura 20. Wireframe da tela de seleção de personagens.

Após o desenvolvimento dos *assets* visuais e da primeira versão do TEEV seguiu-se um processo de testagem e análise das suas funcionalidades, cujo fluxograma rotineiro envolvia a criação de uma versão do jogo pela equipe criativa e técnica, com posterior envio para testagem e análise das autoras do instrumento, que então providenciavam uma lista de ajustes a serem feitos enviados como forma de *feedback* à equipe. Esta, por sua vez, providenciava os ajustes e reencaminhava a versão corrigida para as autoras, iniciando novamente o ciclo, repetido por diversas vezes.

9.3 Procedimentos experimentais

Conforme explicado anteriormente, os procedimentos experimentais de construção de instrumental psicológico envolvem o planejamento e a execução da coleta de dados com a aplicação do instrumento desenvolvido (Pasquali, 2010). Sendo assim, os procedimentos experimentais de desenvolvimento do TEEV correspondem à Etapa 3 deste estudo.

10 RESULTADOS E DISCUSSÃO – ETAPA 2

10.1 Resultados e discussão da análise de juízes

Após a definição do sistema psicológico, dos atributos e de suas dimensões, da definição constitutiva e da definição operacional da versão preliminar escrita do TEEV, esta passou por uma análise de juízes dividida em dois instrumentos, conforme explicitado na metodologia da Etapa 2 do estudo.

As observações feitas pelos juízes mediante a análise de clareza das instruções do TEEV, realizada por meio do primeiro instrumento (Apêndice A), sugeriam que as orientações estavam claras. Porém, alguns ajustes na seleção de palavras foram sugeridas para uma melhor compreensão da população-meta. Por exemplo, foi sugerido que a expressão “materiais bibliográficos” fosse substituída para algo mais simples e relacionado ao cotidiano dos estudantes, como “materiais de estudo”. Nesse sentido, também houve críticas em relação à orientação para não “correr excessivamente” durante a realização das tarefas. Assim, foi sugerido que o termo fosse substituído por um comando mais claro, como “Faça as tarefas o mais rapidamente e com o máximo de cuidado possível”. A primeira instrução foi reescrita por um dos juízes, adquirindo maior clareza: “Você irá participar de uma simulação. Você irá simular o processo ...” substituído por “Você irá participar de uma simulação do processo ...”. Da mesma forma, as regras 8, 11 e 12 (Tabela 4) foram reescritas, respectivamente, para: “Você só pode entrar na sala de aula uma única vez”; “Não fale com o experimentador...” e “Informe ao experimentador...”. No primeiro caso, a instrução fica mais pessoal e nos dois últimos há apenas uma mudança do tempo verbal, porém realmente há um ganho na compreensão das orientações. Um dos juízes sugeriu que a regra 7 fosse desmembrada em três regras diferentes, o que faz sentido. Por fim, outro orientou deixar claro para os participantes que a sala dos professores à qual eles devem se dirigir para falar com a professora ao final do jogo é a sala do ambiente virtual. Essas sugestões foram muito valiosas e levadas em consideração.

No segundo instrumento (Apêndice B), que se refere à análise dos itens (regras e tarefas), as marcações dos juízes foram contabilizadas e divididas pelo número de participantes (9), o que resultou em um cálculo de porcentagem que indica a concordância entre os juízes em relação ao construto avaliado por cada item e à adequação ou inadequação semântica das tarefas e regras (Tabela 5).

Tabela 4. Lista de tarefas e de regras da versão piloto preliminar do TEEV, elaborada para a análise de juízes.

Tarefas:

1. Reorganizar as tarefas propostas em ordem cronológica de realização³.
 2. Pegar a sua mochila na sala de aula.
 3. Reservar uma mesa da biblioteca para se preparar para a apresentação com a bibliotecária (virtual).
 4. Pesquisar no computador da biblioteca quais materiais estão disponíveis para cada subtema.
 5. Imprimir todos os materiais digitais disponíveis para cada subtema no computador da biblioteca.
 6. Anotar as referências de localização de todos os materiais físicos disponíveis para cada subtema.
 7. Pegar todos os materiais disponíveis para cada subtema nas estantes.
 8. Organizar todos os materiais bibliográficos relacionados aos subtemas na mesa da biblioteca reservada.
 9. Selecionar apenas um material bibliográfico de cada um dos subtemas para se preparar para apresentação.
 10. Tarefa “oculta”: Selecionar um material para substituir o material escolhido para o subtema 2, pois após selecionado aparecerá a mensagem: “Esse material está danificado. Selecione outro material para este subtema”.
 11. Memorizar os nomes dos materiais selecionados e anotá-los em ordem alfabética.
 12. Pegar emprestado (com a bibliotecária) todos os materiais selecionados para cada subtema.
 13. Entregar o roteiro de apresentação para a professora (virtual) na sala dos professores.
 14. Alimentar-se ou beber água antes que o indicador de fome/sede esteja cheio.
 15. Conversar com um colega (virtual) antes que o indicador de cansaço esteja cheio.
 16. Montar um roteiro para a apresentação dos subtemas na ordem que você julgar melhor.
-

Regras:

1. Realizar todas as tarefas na ordem que desejar,
 2. Levar o menor tempo possível para realizar as tarefas, porém sem correr excessivamente,
 3. Ver o nome dos materiais apenas uma vez,
 4. Selecionar apenas materiais que indicam suas fontes,
 5. Selecionar o material mais completo possível para cada subtema,
 6. Se houver dois ou mais materiais com a mesma qualidade e que indicam suas fontes, escolha o que você preferir,
 7. Se você percebeu que desobedeceu a uma regra, continue o jogo da melhor forma que puder. Saiba que a cada regra desobedecida, sua pontuação final irá diminuir. Mas você perde mais pontos se deixar de fazer alguma tarefa,
 8. Entrar na sala de aula apenas uma vez,
 9. É proibido entrar nas salas da diretoria e da coordenação,
 10. É proibido comer, beber água e conversar dentro da biblioteca,
 11. Não falar com o examinador a não ser que isso faça parte do exercício,
 12. Informar ao experimentador quando terminar o exercício.
-

Em relação à análise de conteúdo, 10 tarefas e 1 regra atingiram o valor mínimo de concordância para o construto de planejamento, 2 tarefas e 1 regra para memória operacional, 4 regras para controle inibitório e 1 tarefa e 1 regra para flexibilidade cognitiva. Dos itens avaliados, 3 tarefas (T6, T9 e T14) e 5 regras (R1, R2, R4, R6 e R12) não atingiram o valor mínimo de concordância para nenhum construto.

Considerando a análise semântica, 15 tarefas e 7 regras foram reportadas como adequadas pelos juízes. Em alguns casos, alguns juízes optaram por não marcar nenhuma das opções (adequado nem inadequado). Apenas 1 tarefa foi considerada

³ A tabela apresenta as tarefas na ordem mais adequada de sua realização. Aos indivíduos avaliados, elas serão apresentadas embaralhadas e somente assim, a tarefa 1 fará sentido.

inadequada (T10), enquanto 5 regras foram consideradas inadequadas (R2, R3, R7, R11 e R12). Destacam-se as regras 2 e 12, ambas inadequadas nas duas análises (semântica e de conteúdo).

Tabela 5. Porcentagem de concordância entre os juizes (n=9) a respeito do construto ao qual pertence cada item (tarefa ou regra) na análise de conteúdo e a respeito da clareza dos itens na análise semântica. Os valores sublinhados indicam os itens que alcançaram o valor mínimo de concordância estabelecido e os valores em itálico indicam os itens que necessitam de revisão por inadequação semântica. O conteúdo dos itens está disponível na Tabela 4.

Item	Análise de conteúdo				Análise semântica	
	MO	CI	FC	PL	Adeq.	Inadeq.
T1	22%	0%	11%	<u>78%</u>	100%	0%
T2	<u>67%</u>	0%	11%	22%	100%	0%
T3	11%	0%	0%	<u>100%</u>	89%	0%
T4	33%	11%	22%	<u>67%</u>	100%	0%
T5	44%	11%	0%	<u>78%</u>	100%	0%
T6	22%	22%	11%	<u>56%</u>	100%	0%
T7	22%	11%	11%	<u>67%</u>	89%	0%
T8	33%	22%	11%	<u>78%</u>	100%	0%
T9	0%	56%	22%	56%	100%	0%
T10	22%	22%	<u>67%</u>	0%	89%	11%
T11	<u>100%</u>	0%	0%	11%	100%	0%
T12	0%	11%	11%	<u>78%</u>	100%	0%
T13	22%	0%	0%	<u>89%</u>	100%	0%
T14	0%	33%	11%	<u>44%</u>	89%	0%
T15	0%	33%	11%	<u>67%</u>	89%	0%
T16	22%	0%	0%	<u>89%</u>	100%	0%
R1	11%	11%	56%	44%	100%	0%
R2	0%	44%	11%	56%	89%	11%
R3	<u>78%</u>	22%	0%	0%	89%	11%
R4	22%	56%	11%	33%	100%	0%
R5	22%	22%	22%	<u>67%</u>	100%	0%
R6	11%	22%	33%	22%	100%	0%
R7	11%	44%	<u>67%</u>	33%	78%	22%
R8	11%	<u>89%</u>	0%	11%	89%	0%
R9	0%	<u>100%</u>	0%	0%	100%	0%
R10	0%	<u>100%</u>	0%	0%	100%	0%
R11	0%	<u>100%</u>	0%	0%	89%	11%
R12	22%	33%	11%	11%	78%	22%

T: Tarefa; R: Regra; MO: Memória operacional; CI: Controle inibitório; FC: Flexibilidade cognitiva; Adeq.: Item adequado; Inadeq.: Item inadequado.

Para a análise de conteúdo, considerou-se que os itens deveriam atingir uma porcentagem mínima de concordância de 60% entre os juizes. Apesar de Pasquali (2010) recomendar o valor de concordância de 80%, esse valor foi reduzido por três motivos. Em

primeiro lugar, a composição do grupo de juízes não favoreceu a análise em certos aspectos, pois houve um número elevado de juízes (mais do que o número máximo recomendado pela literatura, que corresponde a cinco) e os mesmos não eram especialistas nos construtos avaliados pelo jogo. Em segundo lugar, os componentes e habilidades das FE são altamente correlacionados uns com os outros, o que pode dificultar a análise de juízes (Pasquali, 2010; Cassepp-Borges; Balbinotti; Teodoro, 2010). Finalmente, Cassepp-Borges e colaboradores (2010), argumentam que as decisões tomadas em relação aos resultados da análise de juízes não devem se limitar aos índices quantitativos, mas analisar qualitativamente cada caso, levando as particularidades dos itens em consideração. Sendo assim, optou-se por seguir este último princípio orientador, pois se considerou muito difícil atingir o valor mínimo de concordância recomendado por Pasquali (2010), nas condições em que foi realizada a análise de juízes, apesar de mesmo assim, alguns itens terem atingido tal valor.

Todos os itens que não atingiram concordância na análise de conteúdo necessitaram de uma análise cautelosa a fim de optar por sua exclusão do jogo ou sua reformulação. As tarefas 6 e 9 atingiram um valor marginal (56%) ao mínimo de concordância estabelecido para os construtos que inicialmente se queria avaliar (planejamento e controle inibitório, respectivamente) e assim, optou-se por mantê-los no jogo, com reformulações.

Em relação à tarefa 14, apenas um juiz a considerou relacionada ao construto de flexibilidade cognitiva, construto a partir do qual ela foi definida operacionalmente. Porém, 4 dos 9 juízes consideraram que ela avalia a habilidade de planejamento. Curiosamente, a tarefa 15, muito similar à tarefa 14, obteve um índice de concordância de 67% para o construto planejamento. O intuito de ambas era que avaliassem a capacidade de realizar mais de uma ação simultaneamente e por isso, esperava-se que avaliasse a FC. Porém, como é esperado das FE, para realizar tal tarefa realmente faz-se necessário planejar os momentos em que se deve priorizar cada uma das ações concorrentes. Dessa forma, considerou-se que as duas tarefas (14 e 15) não cumpriram o seu propósito original e poderiam representar elementos de confusão para os avaliadores e, portanto, foram excluídas do jogo.

Após uma cautelosa avaliação baseada tanto na análise de conteúdo, quanto na análise semântica, considerou-se que as regras 1, 2, 6, 7, 11 e 12 poderiam ser reescritas e inseridas nas instruções do jogo. Afinal todas são importantes para a compreensão de como o jogo deve ser executado, porém não indicam com precisão e clareza uma única

ação a ser realizada. As instruções também poderiam ser consideradas, de certa forma, como regras do jogo, pois orientam como ele deve (e não deve) ser realizado. Na realidade, as regras foram inseridas porque elas permitem avaliar de forma adequada o CI (principalmente), pois esse construto é muito mais facilmente avaliado pelo que não deve ser feito, isto é, por ações que devem ser inibidas. Porém, na versão preliminar do instrumento essa diferença não estava muito clara.

A tarefa 10 foi considerada inadequada por apenas 1 juiz e portanto, decidiu-se que a mesma permanecerá no jogo, mesmo porque a análise de conteúdo apresentou um resultado positivo, pois houve uma concordância de 67% de que ela avaliava o construto para o qual foi originalmente construída, a FC. Talvez o juiz tenha ficado confuso pelo fato da tarefa não ter sido apresentada ao indivíduo avaliado pelo jogo juntamente com as outras, mas apenas em um momento específico do jogo (como um elemento “surpresa”). Uma das limitações do instrumento de análise de juízes foi não ter exigido dos participantes uma justificativa para quando marcassem que o item estava inadequado. Sem tal justificativa, a análise dos resultados ficou comprometida.

Das 6 regras que restaram no instrumento (R3, R4, R5, R8, R9, R10), todas foram originalmente definidas operacionalmente para avaliar o CI. Destas, apenas as regras 3 e 5 foram consideradas como avaliando outro construto (MO e planejamento, respectivamente). Tomou-se a decisão de manter ambas no jogo, pois especialmente para as regras, todas que deixavam claro que o indivíduo avaliado teria que inibir um comportamento (isto é, começavam com “é proibido” ou “não”) obtiveram alta concordância no construto de CI. Para as regras 3, 4 e 5, tal exigência não estava tão óbvia. Talvez por isso a regra 4 tenha atingido apenas uma concordância marginal (56%) de que avalia o controle inibitório e sendo assim, de maneira similar, decidiu-se pela manutenção da mesma no jogo.

Ainda em relação à regra 3, um dos juízes a considerou inadequada na análise semântica. Talvez não tenha ficado claro para o juiz como será controlado quantas vezes o indivíduo viu o nome do material bibliográfico. O próprio *software* do jogo será programado para exibir o nome do material apenas quando a pessoa avaliada clicar em um botão e assim, será contabilizado o número de cliques por material.

Portanto, por meio da análise de juízes optou-se por excluir duas tarefas (T14 e T15) e seis regras (R1, R2, R6, R7, R11 e R12) e desse modo, a versão revisada do jogo pós-análise de juízes⁴ permaneceu com quatorze tarefas e seis regras.

10.2 Versão final do TEEV

Outro resultado importante da Etapa 2 do estudo é a versão final do TEEV, a 14ª versão do jogo. Em linhas gerais, a estética escolhida para o TEEV foi o *Pixel Art*, uma estética em que a aparência dos *pixels* é mantida no desenho e que apesar de nostálgica, é bem aceita pela população-meta, pois é bastante utilizada atualmente no mercado de jogos virtuais (vide o jogo mundialmente famoso e popular “*Minecraft*”). A escolha por essa estética se deu pela facilidade de prototipagem e de representação dos ambientes escolares, pelo custeio dos programas envolvidos na criação do jogo, pelo baixo orçamento do projeto na parte de direção de arte, pela experiência do *designer* da equipe com a estética, bem como pela nostalgia provocada por esses gráficos (Sá, 2018).

O ponto de vista dos participantes para a visualização dos objetos, das personagens e dos cenários do jogo foi definido como superior (*top-down*), logo, todo o jogo é visualizado em uma perspectiva de cima para baixo, o que permite maior amplitude da visão e mais facilidade para a exploração do ambiente virtual, quando comparado com jogos lineares em 2D (Sá, 2018). Destaca-se que a movimentação do participante pela tela ocorre por meio de cliques do *mouse* nos locais para os quais a pessoa deseja se locomover e dessa mesma forma ocorre a interação com os objetos e as interfaces desejados.

Em relação à programação do jogo, o TEEV foi desenvolvido para a plataforma Windows, de modo a funcionar em computadores com esse sistema operacional. Foi definida como linguagem de programação o C# (lê-se *C-sharp*), compatível com uma ferramenta de desenvolvimento de jogos amplamente utilizada no mercado, chamada *Unity 3D*. Essa ferramenta foi escolhida especialmente em função da vantagem de apresentar a possibilidade de conversão do jogo para outros tipos de plataforma futuramente, caso necessário. Ou seja, existe a possibilidade de ampliar a compatibilidade do TEEV com plataformas como iOS, Android, BlackBerry e Windows

⁴ Essa versão consiste na versão preliminar revisada do TEEV utilizada no início do processo de desenvolvimento do *design* e da programação, ou seja, não condiz com a versão final e passou ainda por muitas modificações.

Phone de forma menos trabalhosa do que se fossem utilizadas ferramentas que não permitissem essa variedade de possibilidades.

A criação das personagens “jogáveis” e “não jogáveis” (NPCs) utilizou como premissa a sua não identificação por gênero, sendo o sexo da personagem determinado pela interpretação visual do jogador (Sá, 2018; Figura 21). Foram elaboradas seis animações para as personagens jogáveis, quatro destas com a mochila e duas sem mochila, caso o jogador esqueça de pegar a mochila no início do jogo (Sá, 2018; Figuras 22 a 25).



Figura 21. Identidade visual dos personagens jogáveis da versão final, com a estética de *Pixel Art*.



Figura 22. Animação do caminhar lateral de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.



Figura 23. Animação do caminhar para cima de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.



Figura 24. Animação de comemoração de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.



Figura 25. Animação de descanso de uma das personagens jogáveis da versão final do TEEV.

Para o desenvolvimento dos NPCs foram sorteados estereótipos, de forma a garantir uma maior variedade de características humanas e representatividade. Palavras-chave como idoso, careca, cabelo liso, encaracolado, black power, moreno,

loiro, ruivo, caucasiano, negro, entre outros, foram sorteadas e combinadas (Sá, 2018; Figura 26).



Figura 26. Personagens não jogáveis (NPCs) representando a professora, o vigia, a bibliotecária e o estudante/amigo da versão final do TEEV.

Em relação à produção do jogo e à programação, as principais alterações feitas durante o processo ocorreram em função de estudos pilotos realizados com as diferentes versões do TEEV com estudantes de EM, que forneceram percepções importantes em relação às dificuldades da população-meta durante a realização do jogo.

Nesse sentido, tais alterações foram correções de *bugs* (erros) percebidos durante a execução do jogo; correções no tutorial e atualizações da lista de regras e de tarefas para maior clareza; uma melhor organização visual da interface mochila e do sistema de classificação de materiais, que atualmente se encontra ordenado por subtema e tipo de material; modificações nos critérios de avaliação dos materiais por estrelas de forma a possibilitar maior compreensão por parte do participante; ajustes na sensibilidade das estrelas do sistema de classificação de materiais; inserção de números nas estantes da biblioteca para orientar a localização dos livros por meio de uma estratégia verbal, mantendo-se a estratégia visuo-espacial de localização dos mesmos em um mapa disponível no computador; a retirada de objetos parecidos com jornais de cima das mesas, de forma que estes não fossem mais confundidos com os jornais; a mudança na localização de um dos jornais e a inclusão de botões para pular o tutorial e para fechar o jogo.

Sendo assim, na versão final do TEEV, o participante precisa se organizar para uma feira de ciências de forma a realizar 15 tarefas (sendo 11 explícitas e 4 implícitas ou ocultas, no sentido de que não são diretamente informadas ao participante como tarefas no início do jogo, mas são requisitadas ao longo do jogo) e 13 regras (Tabela 6, Figura 27).

Tabela 6. Lista de tarefas a serem realizadas e de regras a serem cumpridas na versão final do Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV).

Tarefas:

- (Tarefa oculta) Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização.
 - (Tarefa oculta) Substituir o jornal estragado por outro intacto.
 - (Tarefa oculta) Memorizar a localização dos livros.
 - (Tarefa oculta) Memorizar os nomes dos subtemas.
 - Escolher o melhor material para cada subtema (três materiais ao todo).
 - Encontrar os três jornais espalhados na escola.
 - Ir até a impressora e pegar os três textos impressos.
 - Pesquisar no computador da biblioteca os textos digitais disponíveis para cada subtema.
 - Pesquisar no computador da biblioteca as localizações dos livros nas estantes e memorizá-las.
 - Imprimir os textos digitais, usando o computador da biblioteca.
 - Entregar os três materiais escolhidos (1 por subtema) para a professora na sala dos professores.
 - Pegar os três livros nas estantes da biblioteca.
 - Pegar a sua mochila na sala de aula.
 - Classificar os materiais encontrados para cada subtema (escala de zero a três estrelas) na mesa reservada da biblioteca.
 - Reservar uma mesa na biblioteca (falar com a bibliotecária).
-

Regras:

- Realizar todas as tarefas na ordem que você considerar mais eficiente.
 - Fazer as tarefas da melhor forma possível.
 - Levar o menor tempo possível para realizar todas as tarefas.
 - É proibido retornar para a sala de aula do início do jogo.
 - É proibido entrar na sala da direção.
 - É proibido comer, beber água e conversar dentro da biblioteca.
 - É proibido anotar a localização dos livros.
 - Comer ou beber água sempre que a barra de saciedade chegar ao nível crítico.
 - Não comer nem beber água antes da barra de saciedade chegar ao nível crítico.
 - Não deixar a barra de saciedade esvaziar por completo.
 - Conversar com alguém ou jogar no celular sempre que a barra de cansaço chegar ao nível crítico.
 - Não conversar nem jogar no celular antes da barra de cansaço chegar ao nível crítico.
 - Não deixar a barra de cansaço encher por completo.
-

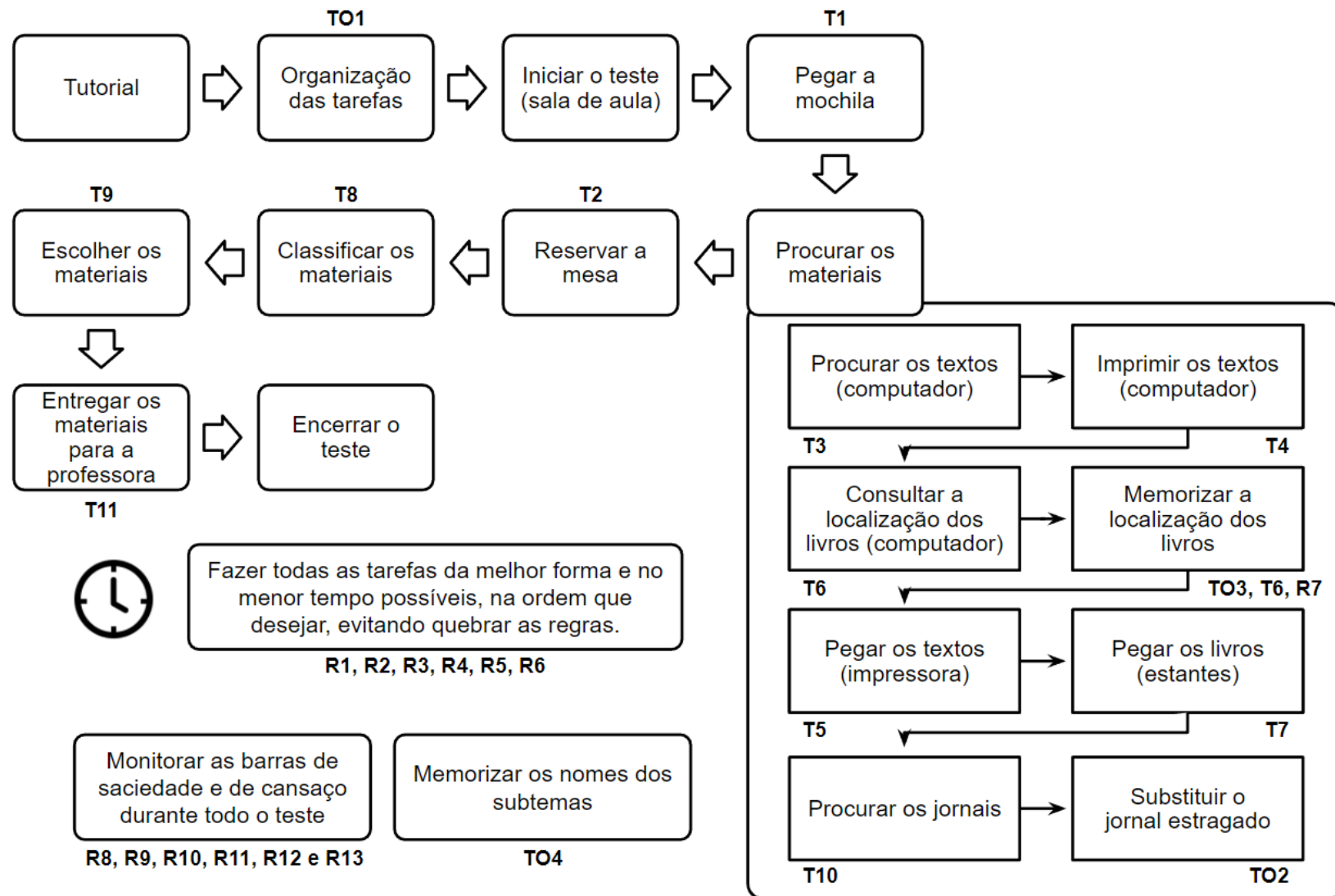


Figura 27. Fluxograma das ações a serem realizadas ao longo do TEEV, na sequência considerada ideal, ou seja, mais eficiente, com o número das tarefas ocultas (TO), tarefas (T) e regras (R) correspondentes.

No início do TEEV há um campo para inserção do nome do jogador (ou do código de identificação do participante na pesquisa, Figura 28). Em seguida, há um tutorial em que as instruções de realização do jogo, as regras, as tarefas e as demais orientações são apresentadas ao indivíduo (Figura 28). Pela característica comum de impaciência da população-meta, recomenda-se o estabelecimento do *rappor*t no início da coleta de dados, o que favorece um diálogo durante o tutorial. A leitura em voz alta das instruções do tutorial junto ao participante e a abertura do espaço para dúvidas também são recomendadas.

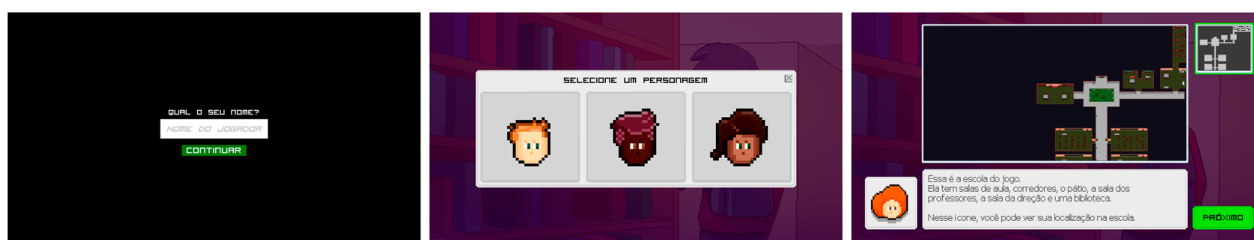


Figura 28. Telas de inserção do nome do jogador, de seleção do personagem e do tutorial com o mapa da escola virtual do TEEV.

No tutorial o participante recebe instruções acerca do mapa da escola, de como se localizar no mesmo, do objetivo do jogo, das regras e tarefas, dos ícones disponíveis na interface do jogo (relógio, botão de play/pause, mochila etc.), das formas de movimentação e interação com os objetos, dentre outros. Destaca-se que as listas de tarefas e de regras podem ser consultadas facilmente com um clique em ícones específicos da interface, de modo que o indivíduo não precisa decorá-las.

O tutorial também informa que é possível deixar de fazer uma tarefa e desobedecer às regras, mas essas decisões impactam na pontuação obtida ao final do jogo, que vai depender do comportamento do indivíduo em seu decorrer, isto é, do número de tarefas não realizadas e de violações de regras. Apesar disso, há um esclarecimento nas instruções de que o descumprimento não intencional de alguma regra não deve paralisar ou preocupar excessivamente o participante, que não deve desistir por isso e é orientado a continuar o jogo da melhor forma que puder. Afinal, ele recebe a instrução de que a cada regra descumprida a sua pontuação final irá diminuir, mas que mais pontos são perdidos caso alguma tarefa não seja concluída.

O tutorial explica, ainda, como o jogo pode ser encerrado e fornece ao participante a escolha de uma personagem jogável dentre três possibilidades, conforme mencionado anteriormente. Assim como a escolha de um tema, a escolha do avatar a ser utilizado

durante o jogo apresenta um potencial para aumentar a motivação e o engajamento do participante, pois ele tem a possibilidade de escolher a personagem com a qual mais se identifica.

Após o encerramento do tutorial, o participante é solicitado a organizar as tarefas com bastante atenção, na ordem de realização que ele considera mais eficiente, da melhor forma que ele puder (Tarefa oculta 1: Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização, Figura 29). Essa foi uma forma encontrada para se ter acesso, pelo menos a alguns indícios, de como o indivíduo pretende realizar o jogo e se ele apresenta uma boa habilidade de planejamento. Pode ser considerado, inclusive, como parâmetro o nível de engajamento da pessoa nessa atividade, pois espera-se que aquelas menos preocupadas com um planejamento prévio, dediquem menos tempo a essa etapa do jogo. O contrário também é esperado.

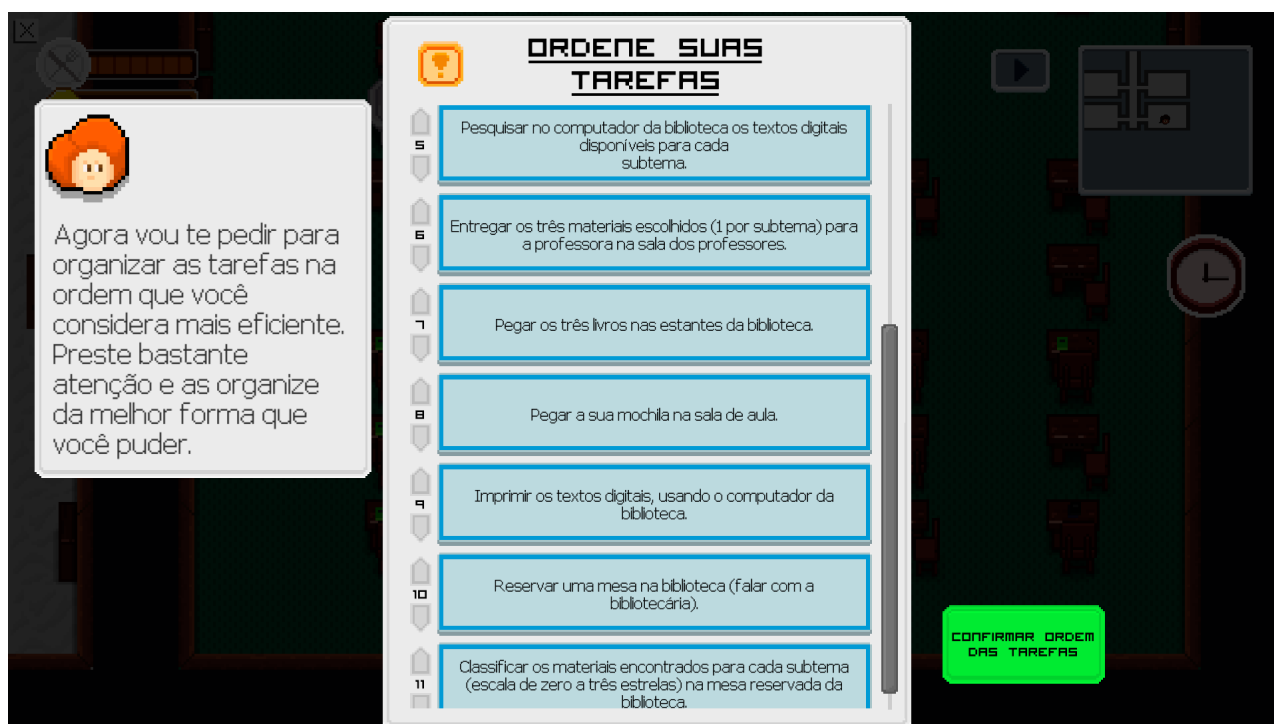


Figura 29. Tela do sistema de ordenação das tarefas apresentado aos estudantes no início do TEEV para realização da Tarefa oculta 1: “Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização”.

Uma das tarefas mais importantes no jogo é encontrar e coletar os materiais de estudo necessários para a preparação para a apresentação na feira de ciências. O participante é instruído de que existem 4 tipos de materiais (jornais, livros, anotações do caderno e textos impressos, Figura 30) e de que ele precisa encontrar 4 materiais para cada subtema, ou seja, 1 jornal, 1 livro, 1 anotação de caderno e 1 texto impresso para

cada. Como são 3 subtemas, ao todo, é necessário encontrar 3 jornais, 3 livros, 3 anotações de caderno e 3 textos impressos ao longo do jogo. Cada tipo de material é encontrado em locais diferentes do mapa.



Figura 30. Tela do momento no tutorial do TEEV em que se inicia a explicação acerca dos tipos de materiais a serem encontrados durante o jogo.

As anotações do caderno estão dentro da mochila, dentro da sala de aula em que se inicia o jogo (Figura 31). Portanto, ao coletar a mochila, o participante automaticamente coleta as 3 anotações do caderno (Tarefa 1: Pegar a sua mochila na sala de aula) e ainda, o celular localizado dentro desta. O jogo foi modelado desta forma propositalmente, pois uma das regras afirma ser proibido retornar para a sala de aula do início do jogo (Regra 4: É proibido retornar para a sala de aula do início do jogo). Assim, se o participante se esquecer de coletar a mochila logo no início do jogo, terá de retornar à sala de aula inicial e quebrará uma regra. Esse é um dos exemplos de como o TEEV cria condições para o recrutamento de processos executivos controlados, de forma que as soluções para a sua realização não sejam óbvias e que agir sem pensar e sem planejamento provavelmente levará ao fracasso da eficiência na realização das tarefas e cumprimento das regras.



Figura 31. Tela da sala de aula de início do TEEV e da posição da mochila no ambiente. Também é possível visualizar as barras de saciedade e de cansaço (canto superior esquerdo) e os botões disponíveis na interface do jogo (botão para encerrar o jogo, lista de tarefas, lista de regras, resumo dos critérios de classificação dos materiais, botão de *play/pause*, mapa da escola e relógio para monitoramento do tempo). Na extremidade inferior direita é possível visualizar a localização do primeiro jornal.

Os jornais estão espalhados por toda a escola, desta maneira, o participante precisa monitorar os ambientes e os seus arredores, conforme se movimentar pela escola, de forma que quando encontra um jornal no chão, este deve ser coletado (Tarefa 10: Encontrar os três jornais espalhados na escola). Um dos jornais está localizado no corredor das salas de aula e pode ser facilmente encontrado no início do jogo (Figura 31). Outro está posicionado na extremidade superior direita da biblioteca e a dificuldade para sua localização é intermediária (Figura 32). O terceiro jornal pode ser encontrado no final do corredor que dá acesso à sala da direção e à biblioteca. Porém, ao coletar esse jornal, o participante é informado de que ele está danificado e que há um amigo no pátio da escola que pode ajudá-lo com isso. Desta maneira, é esperado que o participante esteja prestando atenção nas mensagens de forma que ele se oriente para a NPC indicada com o objetivo de encontrar o jornal que estava faltando. Ao conversar com a personagem, o jornal aparece ao lado de uma das árvores do pátio e pode finalmente ser coletado. Esse é o material que apresenta maior dificuldade para ser encontrado e por isso no tutorial há a informação: “Pode ser que você tenha dificuldade de encontrá-los [os jornais], mas continue tentando até coletar os três jornais”.



Figura 32. Tela da localização do segundo jornal na extremidade superior direita da biblioteca. Também é possível visualizar dois corredores das estantes de livros desse ambiente, que são numeradas. Os quatro corredores de estantes são identificados por letras localizadas na extremidade esquerda, mas que ficaram fora do enquadramento desta tela.

Essa tarefa é considerada oculta ou implícita (Tarefa oculta 2: Substituir o jornal estragado por outro intacto), pois apesar de o participante receber a orientação de que precisa encontrar os três jornais espalhados na escola, ele não recebe a informação de que um dos jornais estará danificado e precisará ser substituído. Essa tarefa foi modelada de forma a recrutar a flexibilidade cognitiva, na medida em que requer que o indivíduo mude seu planejamento inicial para se adequar às novas condições contextuais.

A dificuldade em encontrar o jornal também pode frustrar o estudante e desta forma, pode ser necessário recrutar habilidades de controle emocional associadas ao CI. Pensando nessa variação da tarefa, criou-se uma regra em que se proíbe a entrada na sala da direção (Regra 5: É proibido entrar na sala da direção). No entanto, uma NPC foi localizada na entrada da sala da direção e apresenta uma fala que induz o participante a quebrar a regra mencionada, ao divulgar a informação falsa de que existe uma lista da localização dos jornais dentro da sala da direção e o incentiva a entrar nesse ambiente para obter a suposta lista. Obviamente, o estudante não é explicitamente avisado de que tal informação não é verdadeira e assim, na incerteza da veracidade da informação, espera-se que ele precise recrutar o controle inibitório para resistir à tentação de entrar na sala da direção e assim, quebrar uma regra, apesar de supostamente poder se beneficiar dessa violação.

Os textos impressos são de fácil obtenção, pois basta ir até o computador da biblioteca (Tarefa 3: Pesquisar no computador da biblioteca os textos digitais disponíveis para cada subtema), mandar imprimir os textos (Tarefa 4: Imprimir os textos digitais, usando o computador da biblioteca) e depois, coletá-los na impressora (Tarefa 5: Ir até a impressora e pegar os três textos impressos, Figura 33). No fluxograma do TEEV, sugere-se que essas duas ações sejam separadas pela pesquisa, no computador da biblioteca, das localizações dos livros nas estantes e pela memorização desta informação (Tarefa 6: Pesquisar no computador da biblioteca as localizações dos livros nas estantes e memorizá-las, Figura 34). Afinal, o participante já está com o sistema do computador aberto e assim, realizar as duas ações possíveis neste sistema, antes de coletar os materiais na impressora, pode ser considerada uma medida de eficiência e de melhor controle do tempo disponível (Regra 1: Realizar todas as tarefas na ordem que você considerar mais eficiente; Regra 2: Fazer as tarefas da melhor forma possível; Regra 3: Levar o menor tempo possível para realizar todas as tarefas).

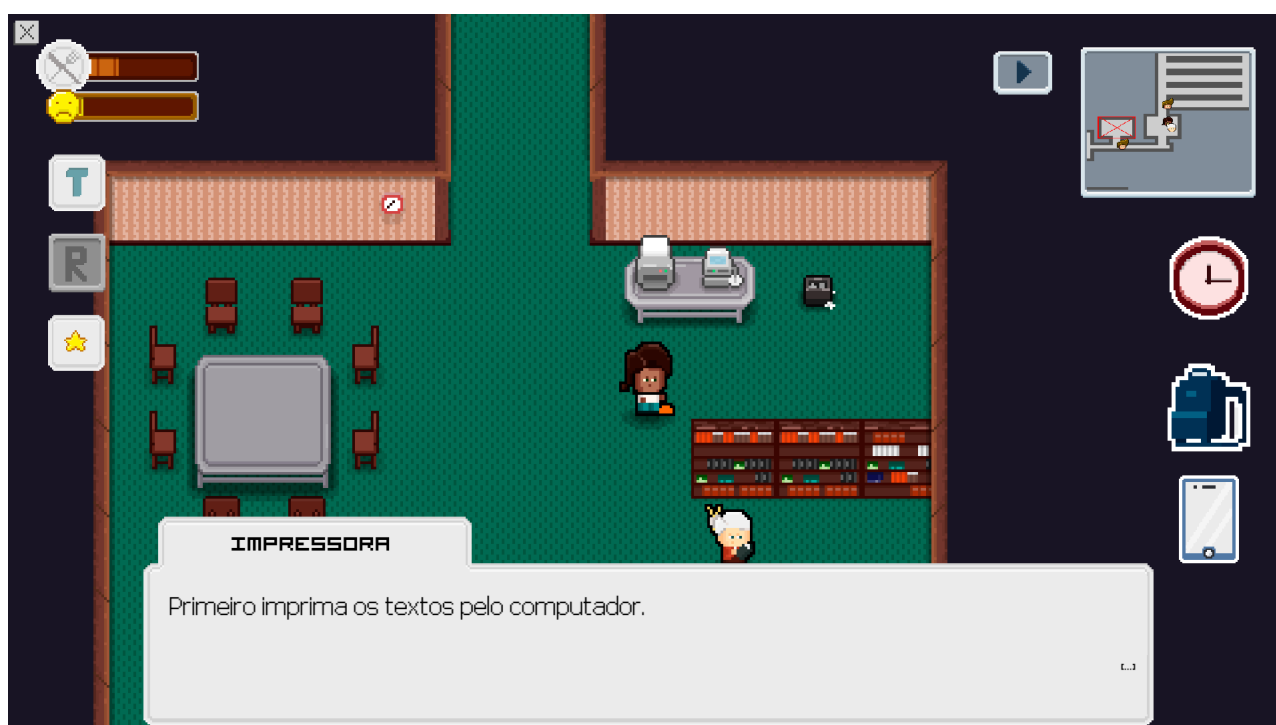


Figura 33. Tela da sala de estudos da biblioteca onde se localizam o computador, a impressora, a bibliotecária e a mesa a ser reservada para a classificação dos materiais. Nessa tela, o jogador clicou na impressora antes de mandar imprimir os textos pelo computador e então, essa mensagem é disponibilizada.

Os livros estão nas estantes da biblioteca e conforme já mencionado, a localização dos livros pode ser consultada no computador da biblioteca (Figura 34). O participante é

orientado a memorizar (e não a anotar) a localização dos livros, o que de forma implícita, induz a uma tentação para a quebra de uma regra que de certa forma, facilitaria a execução da tarefa proposta. A modelagem dessa regra (Regra 7: É proibido anotar a localização dos livros) foi pensada de forma que a resistência para não anotar a localização dos livros requeira o autocontrole, uma das dimensões do controle inibitório.

Após verificar a localização dos livros no computador da biblioteca, o estudante precisa coletá-los (Tarefa 7: Pegar os três livros nas estantes da biblioteca). Essa tarefa foi modelada de forma que se espera que a memorização da localização dos livros com o objetivo de apanhá-los nas estantes recrute a memória operacional. Desta maneira, optou-se por abranger tanto a MO visuo-espacial, quanto a MO verbal na localização dos livros. Assim, no sistema do computador está disponível uma figura indicando os pontos onde estes podem ser encontrados (MO visuo-espacial) e esses locais também são identificados por meio de letras, que definem os corredores da biblioteca e de números, que indicam as estantes específicas em cada corredor (MO verbal, Figura 34).

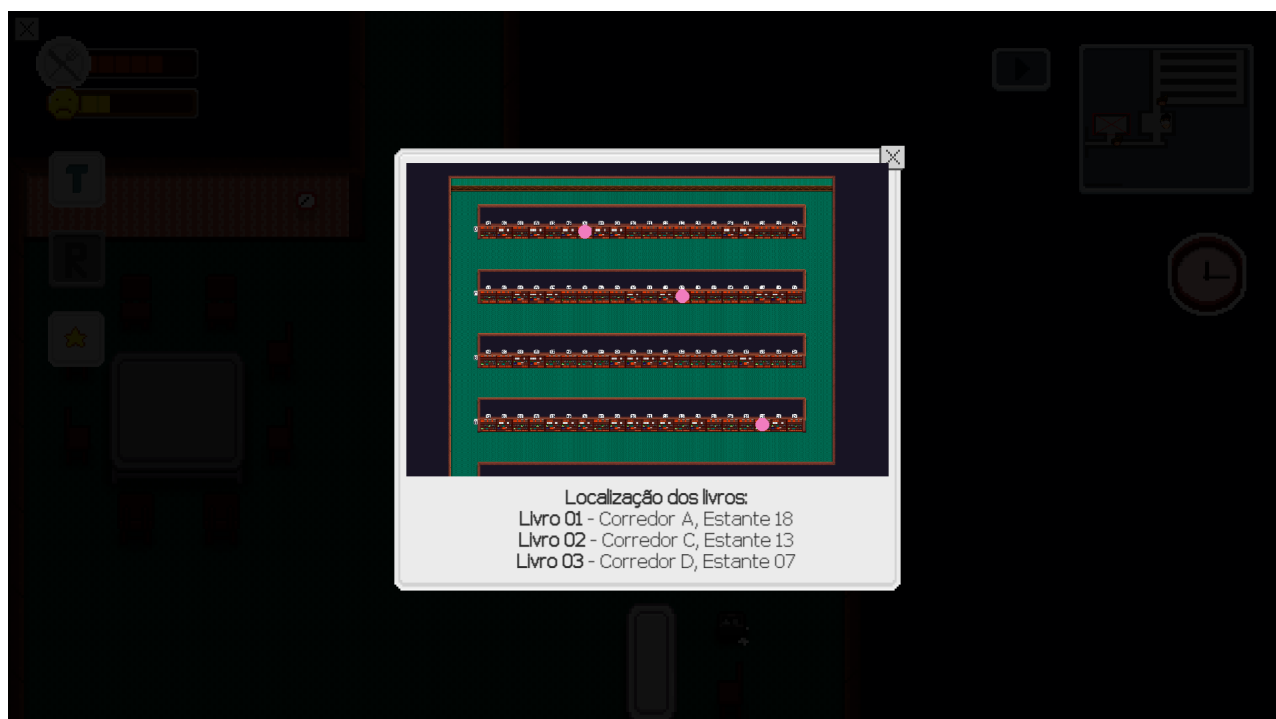


Figura 34. Tela do computador indicando a localização dos livros por meio não só de informações visuo-espaciais acerca dos pontos onde estes podem ser encontrados (MO visuo-espacial), mas também de informações verbais utilizando letras e números, que definem os corredores da biblioteca e as estantes específicas em cada corredor onde eles estão localizados (MO verbal).

Para que o participante tenha um maior controle dos materiais coletados, há a informação de quantos já foram encontrados e de quantos materiais há ao todo, de cada

tipo, dentro da mochila (por exemplo, “Livros: 1/3” indica que 1 livro foi coletado de um total de 3, Figura 35). Sendo assim, considera-se que a checagem da mochila de tempos em tempos possa ser um indicativo do planejamento e do monitoramento acerca da realização de todas as tarefas (Regras 1, 2 e 3: Realizar todas as tarefas na ordem que você considerar mais eficiente; Fazer as tarefas da melhor forma possível; Levar o menor tempo possível para realizar todas as tarefas). É possível que a checagem da lista de tarefas e da lista de regras disponíveis na interface do jogo também possam se relacionar com o planejamento.



Figura 35. Tela do sistema da mochila com a informação acerca de quantos materiais já foram encontrados e de quantos materiais há ao todo, de cada tipo (por exemplo, “Livros: 1/3” indica que 1 livro foi coletado de um total de 3). O sistema também contém 14 bolsos nos quais podem ser estocados os biscoitos adquiridos nas máquinas de lanches e as garrafas d’água abastecidas nos bebedouros.

Após encontrar todos os materiais de cada subtema, o estudante é instruído a iniciar a etapa de classificação destes, o que deve ser feito na mesa da biblioteca. Assim, é esperado que nesse momento ele faça a reserva da mesa com a bibliotecária (Tarefa 2: Reservar uma mesa na biblioteca - falar com a bibliotecária, Figura 36). No entanto, é importante destacar que mesmo sem reservar a mesa, o participante é capaz de classificar os materiais. O TEEV foi modelado propositalmente de forma que a ausência da realização de alguma tarefa não impeça a realização das demais, sempre que possível, de forma a manter os itens independentes, conforme recomendado por Pasquali (2010), para a construção de instrumentos. Uma exceção óbvia é a coleta dos materiais,

pois sem realizar essa tarefa, não é possível classificá-los. Apesar de que, mesmo na ausência de alguns materiais, ainda assim é possível classificar aqueles que foram coletados, o que mantém, em certo nível, a independência dos itens do jogo. Esse tipo de modelagem também permite que exista uma variação nos escores dos participantes, de forma a aumentar a dificuldade do jogo e de aumentar as chances de que ele seja sensível a déficits relacionados ao funcionamento executivo.

Ao falar com a bibliotecária, existem duas opções de interação, a saber, reservar a mesa da biblioteca e conversar com a NPC. Isso foi feito para que se possa testar a regra de proibição de conversar dentro da biblioteca (Regra 6: É proibido comer, beber água e conversar dentro da biblioteca) e possivelmente isso recrute o CI. Essa é uma regra comum dentro de bibliotecas, o que supostamente aumenta os critérios de validade ecológica e de credibilidade (*face validity*) do jogo. Ambos os critérios são fundamentais nos contextos clínico e educacional, visto que pelo menos para o primeiro, há evidências de que os indivíduos costumam aceitar melhor as devolutivas a respeito de seu funcionamento cognitivo e das possíveis dificuldades associadas a este, caso os instrumentos utilizados para apontá-las reflitam de forma ecológica as demandas do cotidiano (Renison *et al.*, 2012). Obviamente, seguindo essa linha de raciocínio, a bibliotecária se recusa a conversar com o participante. Para testar essa mesma regra, há também outra NPC localizada dentro da biblioteca, que por sua vez não vê problema nenhum em conversar dentro da biblioteca, apesar da regra em contrário, como pode acontecer entre adolescentes. Teoricamente isso aumentaria o desafio em resistir à regra, pois pode haver curiosidade do participante a respeito de interagir com todas as NPCs disponíveis. É possível ainda que o estudante se esqueça de algumas regras e as descumpra sem ao mesmo perceber, o que é um possível indicativo de falha na MO. Porém, distinguir se o descumprimento das regras ocorreu de propósito, por esquecimento ou pela falta de compreensão das mesmas é um desafio para a análise do TEEV.

A classificação dos materiais deve ser realizada na mesa da biblioteca (Tarefa 8: Classificar os materiais encontrados para cada subtema – escala de zero a três estrelas – na mesa reservada da biblioteca, Figuras 36 e 37). Isso é possível pois cada um dos materiais coletados contém um pequeno texto sobre o subtema abordado (Figura 38). Nas versões iniciais do TEEV, havia diferenças no estilo do texto a depender do tipo do material. Por exemplo, o gênero textual dos livros era diferente daquele utilizado nas reportagens dos jornais. Porém, isso aparentemente dificultava a classificação dos

materiais para os participantes, e assim, essa característica foi suprimida e houve uma uniformização no gênero dos textos na versão atual.



Figura 36. Tela da sala de estudos da biblioteca com a indicação da mesa a ser utilizada para a classificação dos materiais após a reserva desta com a bibliotecária.

Dessa maneira, a classificação dos materiais deve ser feita com base em **três critérios**, em relação aos quais o participante deve julgar se cada um deles é: **1) coerente** ou confuso; **2) completo** ou resumido e **3) atual** ou antigo. A clareza desses critérios consistiu em um dos maiores desafios ao longo do desenvolvimento do TEEV. Sendo assim, optou-se por incluir um ícone na interface que pode ser consultado a qualquer momento e que resume os critérios recomendados. Da mesma forma, este resumo está localizado no topo do sistema de classificação dos materiais.

Os materiais são considerados **coerentes** quando as informações condizem com o subtema estudado e **confusos** quando o conteúdo do material foge ao tema. Os materiais coerentes devem receber uma estrela no primeiro critério de classificação, já os confusos não devem receber nenhuma estrela para esse critério. A incoerência está bem óbvia no conteúdo dos materiais, pois temas completamente alheios ao que se discute no início do material são apresentados ao final. Por exemplo, um jornal inicia seu conteúdo falando sobre o intestino (um dos subtemas do tema “Corpo humano”) e termina abordando as características das plantas. Ainda assim, considerando-se a possível dificuldade dos

estudantes em relação a esse critério com caráter mais semântico, optou-se por organizar os materiais de forma que apenas um material em cada subtema seja confuso e os três restantes sejam coerentes.

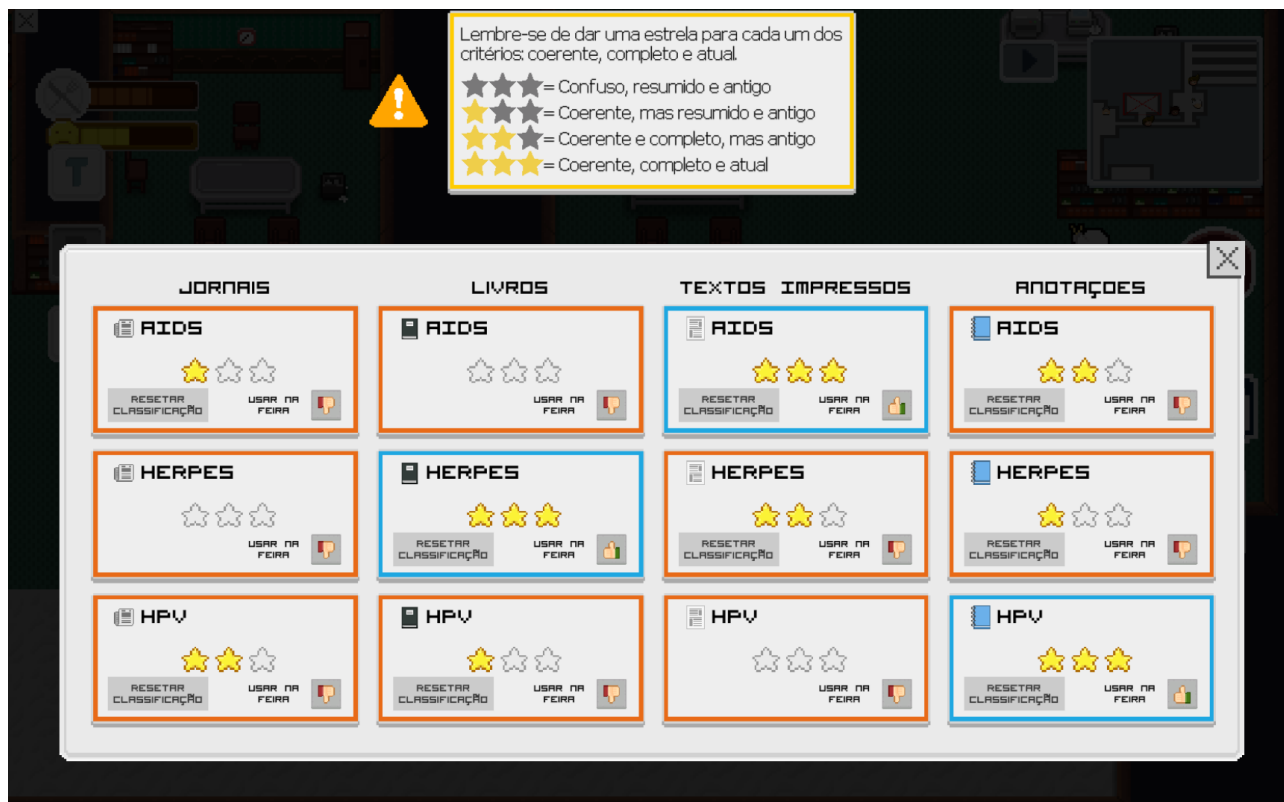


Figura 37. Tela do sistema de classificação dos materiais em uma escala de 0 a 3 estrelas de acordo com o resumo dos critérios de avaliação informados no topo. Esse sistema também permite a seleção dos melhores materiais a serem utilizados para se preparar para a Feira de Ciências por meio do clique no ícone do polegar. Os materiais são organizados por tipo nas colunas e por subtema nas linhas. O clique nos materiais nessa tela permite a leitura do seu conteúdo.

No segundo critério, os materiais são classificados como **completos** quando trazem um grande número de informações e como **resumidos** quando trazem poucas informações. Os materiais completos devem receber uma estrela no segundo critério de classificação, já os resumidos não devem receber nenhuma estrela para esse critério. Esse aspecto do conteúdo dos materiais torna-se óbvio visualmente e portanto, pode ser considerado de fácil categorização, pois a extensão dos materiais completos é o dobro dos materiais resumidos. Sendo assim, não se espera que os estudantes tenham dificuldade com esse critério, mesmo sem efetivamente realizar a leitura dos materiais e dentre os quatro materiais disponíveis para cada subtema, dois são completos e dois são confusos.

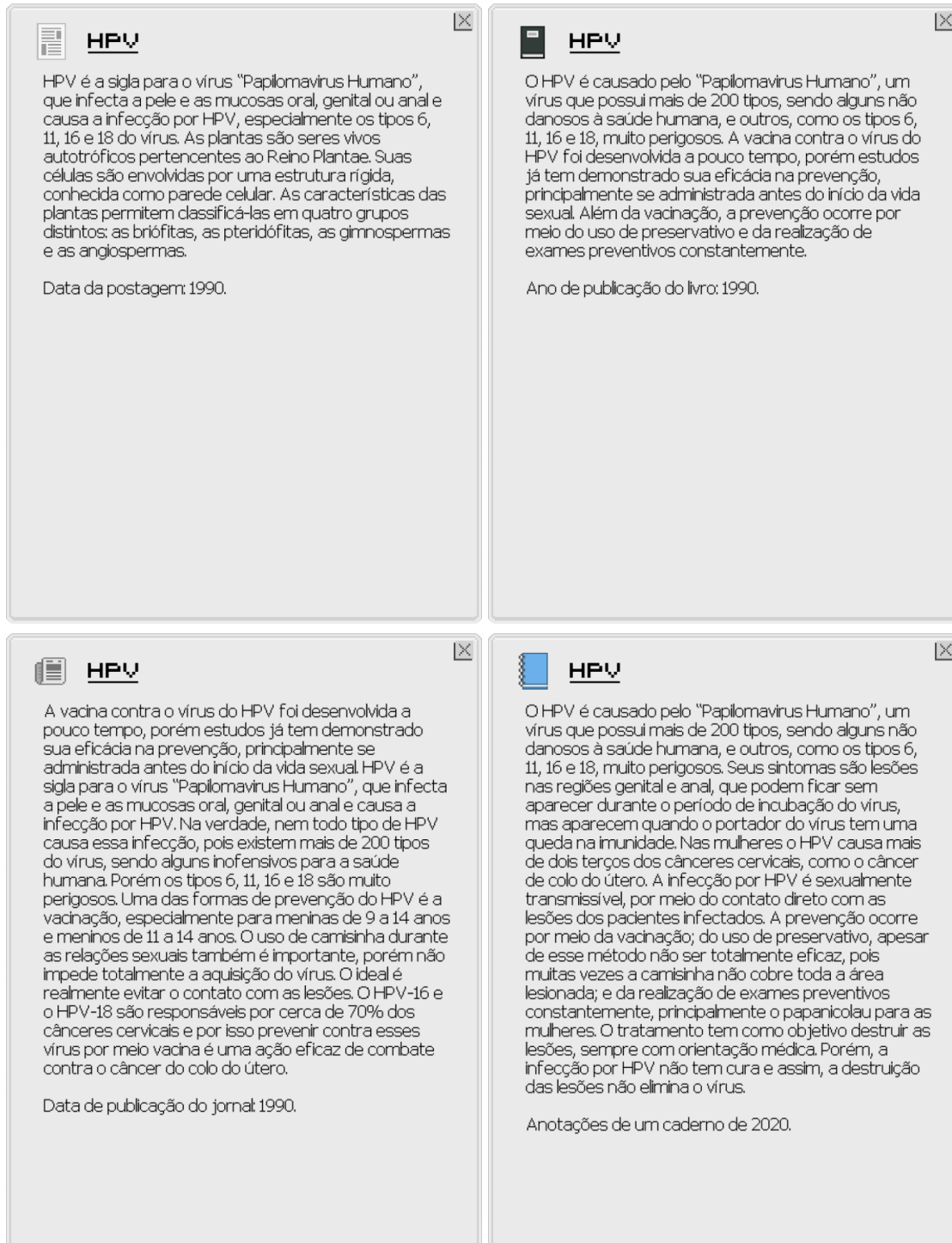


Figura 38. Telas do conteúdo dos quatro tipos de materiais para o subtema “HPV” do tema “Doenças humanas”. Os materiais foram escritos de modo que o texto impresso seja confuso, resumido e antigo (0 estrelas); o livro seja coerente, mas resumido e antigo (1 estrela); o jornal, coerente e completo, mas antigo (2 estrelas) e as anotações do caderno, coerentes, completas e atuais (3 estrelas). Nesse caso, as anotações do caderno devem ser selecionadas como o melhor material disponível para a preparação para a Feira de Ciências no subtema “HPV”.

No último critério, a distinção entre os materiais é feita com base na data de publicação do mesmo, informada ao final de cada um. Assim, o material pode ser **atual** ou **antigo**. Os materiais atuais devem receber uma estrela no terceiro e último critério de

classificação, já os antigos não devem receber nenhuma estrela para esse critério. Espera-se que essa classificação também não seja problemática para os estudantes, tendo em vista que três materiais de cada subtema são de 1990 e apenas um é de 2020. Desta forma, apenas um material dentre os quatro disponíveis por subtema pode ser considerado atual.

Essa foi uma importante adaptação das versões mais atuais do TEEV, pois nas versões iniciais a classificação dos materiais era feita com base em diferenças não só no ano da publicação, mas de forma mais detalhada com relação aos meses, o que tornava essa tarefa ainda mais complexa. Nas versões anteriores os outros dois critérios que deveriam ser utilizados para a classificação dos materiais envolviam a percepção de quão completo o material era em relação a todos os aspectos que poderiam ser abordados dentro do tema, bem como a exatidão das informações contidas nos textos, isto é, o estudante tinha que identificar qual dos quatro materiais possuía apenas conhecimentos corretos em relação ao tema, o que demandava conhecimento prévio acerca do assunto. Por exemplo, alguns conteúdos sobre a AIDS traziam informações erradas a respeito dessa síndrome. Ainda, os conteúdos das doenças deveriam informar sobre o seu agente etiológico, os seus sintomas, a sua forma de tratamento e os meios de profilaxia. Na falta de alguma dessas informações, o material deveria ser considerado incompleto. Percebe-se que conhecimentos prévios acerca do assunto eram necessários. Isso se tornava ainda mais desafiador quando o tema selecionado era “Origem da Vida”, pois os estudantes costumam ter ainda menos familiaridade com esse tema quando comparado aos outros dois temas (“Doenças humanas” e “Corpo humano”). No entanto, esse sistema já representava um avanço em relação à versão utilizada na análise de juízes, em que a classificação dos materiais baseava-se em aspectos ainda mais abstratos.

Diante das dificuldades mencionadas, na versão final optou-se por modificar o sistema de classificação dos materiais de maneira a utilizar os três critérios explicados anteriormente (se o material é coerente ou confuso; completo ou resumido e atual ou antigo). Considera-se que a versão final do TEEV apresenta critérios muito mais claros e objetivos para a classificação e não requer que o participante possua familiaridade com o tema. Além disso, na nova versão não existem informações erradas e os participantes são alertados desse fato, assim como da possibilidade das informações estarem resumidas e para ter atenção às datas dos materiais. A rigor, essa maior objetividade teoricamente alcançada também possui como vantagem um possível aumento na facilidade de classificar os materiais, independentemente dos subtemas e do tema escolhido no início

do jogo. Esse é um aspecto importante, pois idealmente a escolha do tema não deve influenciar no grau de dificuldade de realização das tarefas. Em respeito a isso, foi empregado um esforço para a padronização da classificação dos materiais entre os 3 diferentes temas, “Origem da Vida”, “Corpo humano” e “Doenças humanas” e seus três subtemas, respectivamente “Abiogênese”, “Panspermia” e “Evolução molecular” para o primeiro, “Cérebro”, “Coração” e “Intestino” para o segundo e “AIDS”, “Herpes” e “HPV” para o terceiro. Conforme especificado na Tabela 7, independentemente do tema escolhido pelo participante e dos subtemas vinculados a estes, a qualidade dos materiais será semelhante. Por exemplo, para o primeiro subtema, seja ele “Abiogênese”, “Cérebro” ou “AIDS”, o que depende do tema escolhido no início do jogo, o livro será um material coerente, completo e atual; o texto impresso será coerente e completo, mas antigo; as anotações de caderno serão coerentes, mas resumidas e antigas e o jornal será confuso, resumido e antigo. Esse tipo de padronização se repete nos demais subtemas.

Tabela 7. Padronização da distribuição da qualidade dos materiais, de forma que a classificação e a seleção do material não dependa do tema escolhido pelo participante no início do TEEV.

Sub-tema	Material	Qualidade do conteúdo	Classificação	Ordem ideal de escolha
1	Livro	Material coerente, completo e atual	☆☆☆	1
	Jornal	Material confuso, resumido e antigo	☆☆☆	4
	Texto impresso	Material coerente e completo, mas antigo	☆☆☆	2
	Anotações do caderno	Material coerente, mas resumido e antigo	☆☆☆	3
2	Livro	Material confuso, resumido e antigo	☆☆☆	4
	Jornal	Material coerente, mas resumido e antigo	☆☆☆	3
	Texto impresso	Material coerente, completo e atual	☆☆☆	1
	Anotações do caderno	Material coerente e completo, mas antigo	☆☆☆	2
3	Livro	Material coerente, mas resumido e antigo	☆☆☆	3
	Jornal	Material coerente e completo, mas antigo	☆☆☆	2
	Texto impresso	Material confuso, resumido e antigo	☆☆☆	4
	Anotações do caderno	Material coerente, completo e atual	☆☆☆	1

Após a classificação do material, ainda na mesa da biblioteca, o estudante deve escolher o melhor material para cada um dos subtemas, ou seja, ele deve selecionar os três melhores materiais (aqueles que receberam três estrelas), um para cada subtema, com o objetivo hipotético de que estes sirvam como fonte de estudo para a preparação para a apresentação na Feira de Ciências, dentro do contexto do jogo (Tarefa 9: Escolher o melhor material para cada subtema – três materiais ao todo, Figuras 37 e 38). Os materiais escolhidos devem ser entregues para a professora ao final do jogo (Tarefa 11:

Entregar os três materiais escolhidos (1 por subtema) para a professora na sala dos professores).

Durante o jogo, também se faz necessário o monitoramento de duas barras: de saciedade e de cansaço (Figura 39). Essa tarefa não apresenta um momento ideal e específico para sua realização, pois as barras devem ser vigiadas pelo participante e mantidas em mente durante todo o jogo. As mecânicas de funcionamento dos dois sistemas são diferentes, pois a barra de saciedade começa cheia e vai esvaziando ao longo do tempo, enquanto a barra de cansaço começa vazia e vai enchendo ao longo do tempo. Isso foi feito para que o monitoramento exija um nível alto de atenção executiva para que as duas barras não sejam confundidas. Além disso, nesse caso também foram considerados os critérios de construção de instrumentos chamados de critério de credibilidade e critério ecológico (Pasquali, 2010). Afinal, quando uma pessoa lida com um objetivo complexo, subdividido em várias tarefas, comumente no início das atividades a pessoa está bem descansada e satisfeita em relação às suas necessidades fisiológicas e nutricionais, o que é representado no jogo barra de cansaço vazia e pela barra de saciedade cheia. Conforme o tempo vai passando, a pessoa vai ficando cansada e com fome, isto é, com a barra de cansaço cheia e a barra de saciedade vazia.



Figura 39. Telas do tutorial do TEEV em que se iniciam as explicações acerca das barras de saciedade e de cansaço.

Desta forma, a barra de saciedade pode ser preenchida novamente por meio de algo que satisfaça as necessidades fisiológicas de um indivíduo e no TEEV há duas possibilidades de fazer isso: hidratar-se (beber água) ou se alimentar. Assim, o participante é orientado a realizar uma dessas ações quando a barra de saciedade atinge o nível crítico (Regra 8: Comer ou beber água sempre que a barra de saciedade chegar ao nível crítico). Porém, há uma janela de tempo em que isso deve ser feito idealmente, o que supostamente recruta a habilidade de planejamento, pois não se deve realizar

nenhuma das atividades antes de atingir nível crítico (Regra 9: Não comer nem beber água antes da barra de saciedade chegar ao nível crítico), tampouco se deve deixar a barra de saciedade ficar totalmente esgotada (Regra 10: Não deixar a barra de saciedade esvaziar por completo). O nível crítico de ambas as barras é indicado quando estas mudam sua cor normal (amarelo) e ficam na cor vermelha. Caso o participante deixe a barra de saciedade esvaziar por completo, a velocidade de movimentação da personagem jogável é reduzida e ela começa a se movimentar muito lentamente, assim como pode ocorrer na vida real quando uma pessoa fica com fome ou sede e não possui energia suficiente para se locomover rapidamente. Isso indica para o estudante que algo está errado e espera-se que nesse momento, ele perceba o erro que está cometendo.

A água pode ser obtida ao encher a garrafa no bebedouro (clicar no objeto bebedouro) e a comida ao comprar biscoitos na máquina de lanches (clicar na máquina). As garrafas de água e os biscoitos, então, são armazenados na mochila e o indivíduo precisa abrir a mochila e clicar em “interagir” com a garrafa de água ou com o biscoito para encher a barra de saciedade. Basta interagir com um deles para que a barra seja totalmente recuperada, de forma a não deixar o jogo excessivamente complexo, o que pode ocasionar um efeito chão, isto é, ter como consequência um desempenho baixo em todos os participantes. A escolha de não encher a barra diretamente ao clicar no bebedouro ou na máquina de lanches justifica-se pelo fato de que o participante pode escolher se antecipar ao momento em que precisará dos recursos obtidos por meio desses objetos (água e biscoitos) e assim, estocá-los na mochila para uso somente quando necessário. Esse comportamento é um indício de boa capacidade de planejamento e visão de futuro.

Em relação à barra de cansaço, a forma de monitoramento é similar, no sentido de que não se deve tomar nenhuma ação que a regenere antes de se atingir o nível crítico (Regra 11: Não conversar nem jogar no celular antes da barra de cansaço chegar ao nível crítico), mas ela também não pode ficar completamente cheia (Regra 13: Não deixar a barra de cansaço encher por completo.). Esse sistema pode ser restaurado por meio de conversas com NPCs ou de jogar no sistema do celular disponível na interface do jogo (Regra 12: Conversar com alguém ou jogar no celular sempre que a barra de cansaço chegar ao nível crítico, Figura 40).

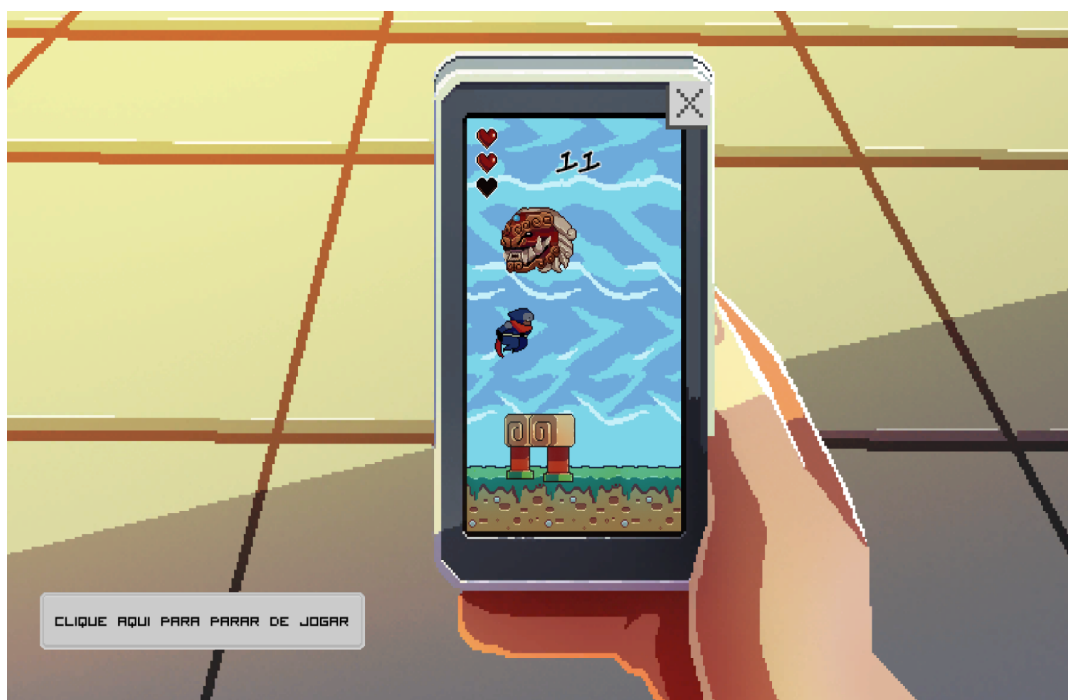


Figura 40. Tela do sistema do jogo do celular utilizado para regenerar a barra de cansaço. No jogo, um personagem corre por uma paisagem e precisa desviar de obstáculos e de monstros. Esses últimos podem ser destruídos com uma espada. O jogador possui três vidas (corações). A cada colisão com os obstáculos e com os monstros uma vida é perdida e o jogo termina quando as três são esgotadas. O tempo total de duração do jogo é convertido na pontuação final, portanto, quanto maior o tempo em que o personagem permanece vivo, maior é a pontuação.

Novamente aspectos do cotidiano foram simulados, pois se o participante permitir que a barra de cansaço encha por completo, o personagem jogável fica tão cansado que perde o interesse em continuar desempenhando as tarefas exigidas no jogo e assim, perde a habilidade de interagir com objetos, quaisquer que sejam eles (por exemplo, nada acontece quando se clica no computador ou na máquina de lanches). Além disso, considerou-se que uma pessoa pode descansar quando se engaja em comportamentos mais lúdicos e relaxantes, tais como conversar com um amigo ou se divertir com um jogo. A qualidade da conversa, no entanto, pode não surtir efeito no nível de relaxamento e descanso. Assim, conversar com a bibliotecária não gera nenhuma consequência na barra de cansaço, até porque, como mencionado anteriormente, dificilmente uma bibliotecária irá descumprir as regras pelas quais tem o dever de prezar e não vai aceitar conversar além do necessário dentro da biblioteca. Ao conversar com o vigilante da escola, há um efeito moderado de esvaziamento da barra de cansaço, que no entanto não é tão eficiente quanto o efeito obtido ao se conversar com um amigo (do pátio, do corredor ou da biblioteca), ação esta que esvazia a barra de cansaço por completo. No TEEV, jogar no celular, por ser considerada uma atividade extremamente lúdica e com

potencial para relaxamento, produz efeitos idênticos àqueles obtidos ao conversar com um amigo, isto é, a barra de cansaço é completamente restaurada. É importante destacar que o simples fato de entrar no sistema do celular (ao clicar no ícone correspondente da interface) já é o suficiente para obter o efeito desejado. Porém, o jogo presente nesse sistema foi modelado de forma a despertar o interesse do participante e este pode falhar ao cumprir as regras relacionadas à eficiência e ao controle do tempo se permanecer por muito tempo jogando no celular. Isso foi pensado propositalmente, de forma que essa é mais uma forma de avaliar o controle inibitório e o planejamento.

Há, entretanto, mais uma armadilha relacionada ao monitoramento das barras, pois conforme a regra já mencionada não se deve comer, beber e conversar dentro da biblioteca. Assim, o participante precisa manter essa regra em mente e sair da biblioteca antes de se alimentar ou se hidratar, bem como não deve conversar com as NPCs localizadas dentro da biblioteca. Novamente, essas decisões recrutam a habilidade de planejar o momento correto de realização das ações de forma que não se demore muito para iniciar a ação a fim de dar tempo de sair do ambiente inadequado antes de a barra de saciedade esvaziar por completo ou de a barra de cansaço encher por completo. Conforme mencionado anteriormente, algum nível de controle inibitório também pode ser necessário. De certa forma, a flexibilidade cognitiva também desempenha um papel nesse caso, pois pode ser necessário abrir mão de cumprir uma regra para que as tarefas sejam realizadas de forma mais eficiente. Por exemplo, pode ser mais prático e eficiente conversar com a NPC dentro da biblioteca, a depender do que se esteja fazendo, do que perder tempo saindo do ambiente, chegando até a NPC mais próxima fora da biblioteca e retornando em seguida para dar continuidade às ações que estavam sendo desempenhadas anteriormente.

Voltando ao fluxograma do TEEV, os materiais selecionados após a classificação dos mesmos devem ser levados até a sala dos professores e entregues à NPC professora Áurea (Tarefa 11: Entregar os três materiais escolhidos (1 por subtema) para a professora na sala dos professores, Figura 41). Conversar com a professora é considerado como uma tentativa de encerrar o jogo, o que deve ser confirmado pelo participante, isto é, ao clicar nessa NPC, é disponibilizada uma mensagem em que o estudante é questionado se considera que terminou de realizar as tarefas e se deseja finalizar o jogo. Caso essa seja realmente a sua intenção, segue-se para a realização de duas perguntas de múltipla escolha feitas pela professora com alternativas de resposta que devem ser selecionadas pelo participante (Figura 42).

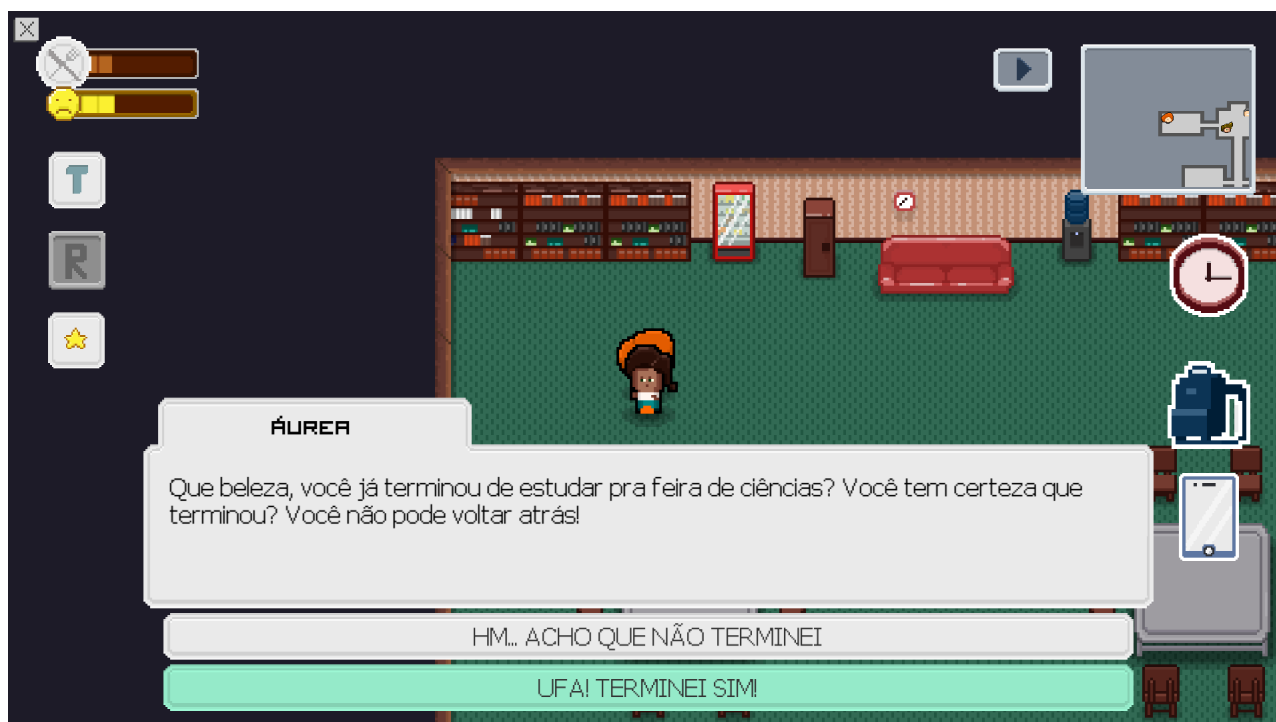


Figura 41. Tela que ilustra a tentativa de encerramento do jogo por meio de uma conversa com a professora Áurea. Para efetivamente finalizar o TEEV é necessário confirmar a intenção de terminar.

As perguntas ao final do jogo correspondem à duas tarefas ocultas ou implícitas modeladas para a avaliação da memória operacional, pois perguntam se o participante se lembra da localização dos livros (Tarefa oculta 04: Memorizar a localização dos livros, Figura 42) e dos nomes dos subtemas (Tarefa oculta 03: Memorizar os nomes dos subtemas). O estudante é explicitamente orientado a memorizar o nome dos livros, mas isso não ocorre para os nomes dos subtemas. Ainda assim, considera-se que a tarefa de memorização da localização dos livros seja implícita, pois o participante pode compreender que o uso da informação não seja mais necessário após a coleta dos mesmos nas estantes da biblioteca e desta forma, não se esforçar para mantê-la em mente até o final do jogo. Porém, quando essa informação é requisitada novamente, espera-se que o executivo central a evoque dos sistemas de memória, e caso seja localizada, a disponibilize para responder à pergunta. De forma análoga ao Teste de Dígitos, no primeiro caso, a informação acerca da localização dos livros é solicitada na mesma ordem em que foi adquirida (ordem direta) e assim, possivelmente apenas uma memória de curto-prazo seja necessária para responder. Porém, no segundo caso, uma manipulação da informação é solicitada, pois pede-se que os nomes dos subtemas sejam organizados em ordem alfabética inversa, e assim, a possibilidade de que a memória operacional seja recrutada, aumenta. É importante ressaltar que, tendo em vista o

elemento de surpresa dessa avaliação, do ponto de vista do participante, optou-se por apresentar as alternativas de múltipla escolha, e assim, não é requerida uma evocação livre, mais complexa, mas apenas uma memória de reconhecimento. Após responder à pergunta, a professora agradece ao participante e pede que ele informe ao(a) experimentador(a) de que o jogo foi encerrado.

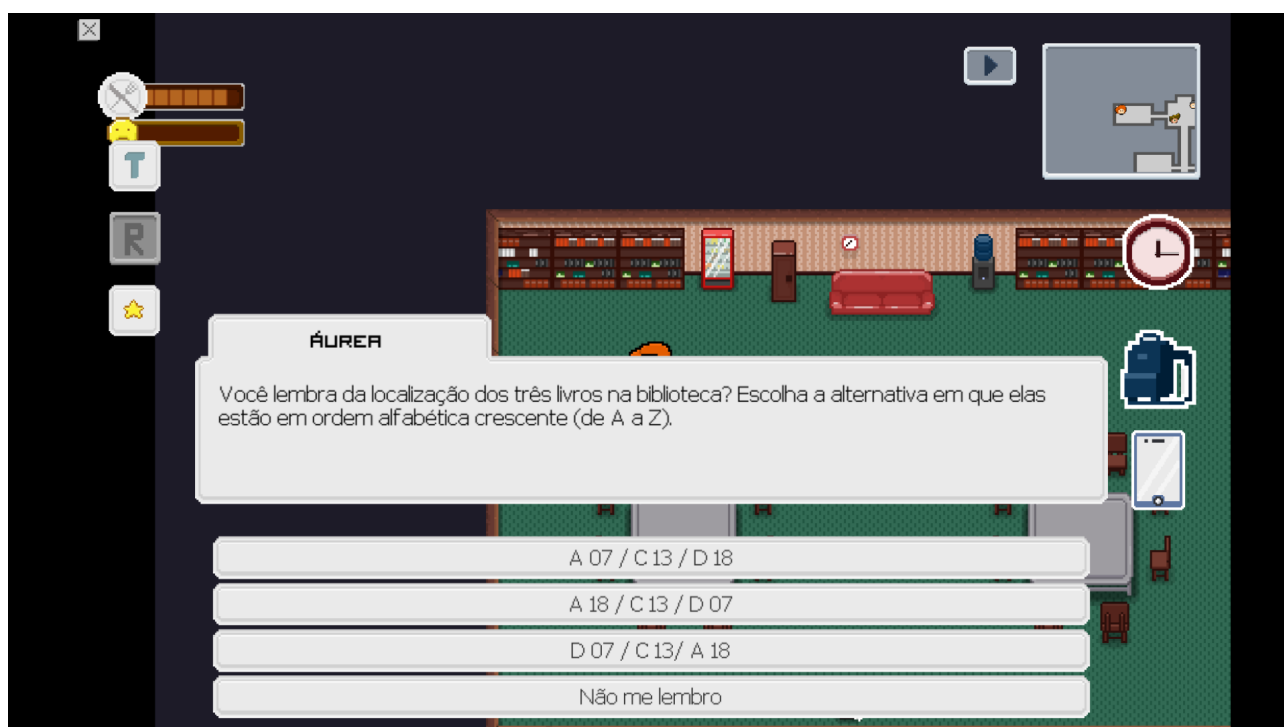


Figura 42. Tela que ilustra a primeira pergunta ao final do jogo e as opções de resposta. O participante é questionado se lembra da localização dos livros, o que corresponde à Tarefa oculta 04 (Memorizar a localização dos livros).

Em relação aos parâmetros passíveis de análise do TEEV e de como a análise pode ser feita, basicamente as mesmas expectativas da versão preliminar são mantidas. Há uma gravação da tela e do participante para que o desempenho possa ser quantificado por meio de uma tabela de análise, em que cada tarefa será pontuada em uma escala de 0 a 2. Critérios claros foram elaborados para padronizar o que se considera para cada pontuação, conforme explicitado na Tabela 8. De forma a contribuir com essa análise, o próprio jogo gera dois arquivos com informações valiosas. O primeiro registra informações como data, horários de início e término do jogo, a duração total do jogo, o tema e o avatar escolhidos, bem como o número total de ações pontuais realizadas ao longo do TEEV, tais como interações com sistemas (por exemplo, o sistema de consulta das tarefas), com objetos (por exemplo, a máquina de lanches) e com NPCs (por exemplo, número de

conversas com o vigia). Já o segundo arquivo informa o horário de início e o horário de fim de algumas ações, além da informação sobre o estado das barras de cansaço e de saciedade, bem como o local em que a personagem se encontrava no momento da execução da ação.

Tabela 8. Critérios de pontuação para a análise do TEEV e o possível construto mensurado em cada item do jogo.

Nº	Tipo de item	C	Texto do item	Pontuação
1	Tarefa oculta	PL	Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização.	0 - Não reordenou. 1 - Reordenou, porém a ordem é ineficiente ou sem planejar com cuidado / zelo. 2 - Reordenou de forma eficiente.
2	Tarefa oculta	FC	Substituir o jornal estragado por outro intacto.	0 - Não coletou o jornal substituto. 1 - Coletou o jornal substituto, porém teve demorou (ou teve dificuldade) para encontrá-lo. 2 - Coletou o jornal substituto com facilidade.
3	Tarefa oculta	MC	Responder corretamente à pergunta sobre a localização dos livros ao final do jogo.	0 - Respondeu incorretamente: Alternativa "Não lembro". 1 - Respondeu incorretamente: Alternativas "A 07, C 13, D 18" ou "D 07, C 13, A 18". 2 - Respondeu corretamente: Alternativa "A 18, C 13, D 07".
4	Tarefa oculta	MO	Responder corretamente à pergunta sobre os nomes dos subtemas ao final do jogo.	0 - Respondeu incorretamente: Alternativas relacionadas a outros subtemas ou "Não lembro". 1 - Respondeu incorretamente: Alternativas com os subtemas corretos, porém com a ordem errada. 2 - Respondeu corretamente.
1	Tarefa	PL	Pegar a sua mochila na sala de aula.	0 - Não pegou a mochila. 1 - Pegou após sair da sala de aula. 2 - Pegou a mochila no início.
2	Tarefa	PL	Reservar uma mesa na biblioteca (falar com a bibliotecária).	0 - Não reservou a mesa. 1 - Reservou a mesa mais de 1x ou após classificar os materiais. 2 - Reservou a mesa uma única vez, antes de classificar os materiais.
4	Tarefa	PL	Imprimir os textos digitais, usando o computador da biblioteca.	0 - Não imprimiu os textos. 1 - Clicou no computador e não mandou imprimir os textos. 2 - Imprimiu os textos.
5	Tarefa	PL	Ir até a impressora e pegar os três textos impressos.	0 - Não coletou os textos na impressora. 1 - Clicou na impressora antes de mandar imprimir os textos. 2 - Coletou os textos na impressora.

6	Tarefa	MO	Pesquisar no computador da biblioteca as localizações dos livros nas estantes e memorizá-las.	0 - Preciso visualizar a localização 3 ou mais vezes ou não visualizou a localização dos livros. 1 - Preciso visualizar a localização 2 vezes. 2 - Visualizou a localização apenas 1 vez.
7	Tarefa	PL	Pegar os três livros nas estantes da biblioteca.	0 - Não pegou os livros. 1 - Pegou 1 ou 2 livros, apenas ou pegou os 3 livros, mas demorou a encontrá-los por algum motivo (ex: barra de cansaço cheia) ou clicou em várias estantes até conseguir coletá-los. 2 - Pegou os 3 livros com facilidade.
8	Tarefa	FC	Classificar os materiais encontrados para cada subtema (escala de zero a três estrelas) na mesa reservada da biblioteca.	0 - Não classifiquei os materiais ou classifiquei com pressa, sem cuidado ou sem ler. 1 - Classifiquei os materiais em desacordo com os critérios de classificação. 2 - Classifiquei os materiais corretamente.
9	Tarefa	CI	Escolher o melhor material para cada subtema (três materiais ao todo)	0 - Não escolheu os materiais. 1 - Escolheu mais de 1 material por subtema ou escolheu os materiais incorretos. 2 - Escolheu apenas 1 material por subtema, o melhor disponível.
10	Tarefa	PL	Encontrar os três jornais espalhados na escola.	0 - Não pegou os jornais. 1 - Pegou 1 ou 2 jornais, apenas. 2 - Pegou os 3 jornais.
11	Tarefa	PL	Entregar os três materiais escolhidos (1 por subtema) para a professora na sala dos professores.	0 - Falou com a professora para encerrar o jogo 3 ou mais vezes ou não falou com a professora para encerrar o jogo. 1 - Falou com a professora para encerrar o jogo 2 vezes. 2 - Falou com a professora para encerrar o jogo apenas 1 vez.
1	Regra	PL	Realizar todas as tarefas na ordem que desejar.	0 - Seguiu a ordem inicial das tarefas à risca, sem fazer ajustes quando necessário ou demonstrou aflição por não realizar as tarefas na ordem inicial. 1 - Seguiu a ordem planejada (reordenada) das tarefas à risca, sem fazer ajustes quando necessário ou demonstrou aflição por não realizar as tarefas na ordem planejada. 2 - Adaptou a ordem inicial ou planejada (reordenada) das tarefas para se tornar mais eficiente.
2	Regra	PL	Fazer as tarefas da melhor forma possível.	0 - Executou as tarefas sem zelo ou com muita pressa ou encerrou o jogo precocemente por seguir a ordem inicial das tarefas (ex: sem classificar e/ou sem escolher os materiais). 1 - Não se empenhou tanto quanto poderia, mas não fez totalmente sem zelo. 2 - Visivelmente se empenhou bastante na realização das tarefas

3	Regra	PL	Levar o menor tempo possível para realizar todas as tarefas.	0 - Ineficiência óbvia na gestão do tempo. 1 - Demorou mais que o necessário. 2 - Realizou as tarefas o mais rapidamente possível.
4	Regra	CI	É proibido retornar para a sala de aula do início do jogo.	0 - Voltou para a sala de aula do início do jogo 2 ou mais vezes. 1 - Voltou para a sala de aula do início do jogo apenas 1 vez. 2 - Não voltou para a sala de aula do início do jogo.
5	Regra	CI	É proibido entrar na sala da direção.	0 - Entrou na sala da direção 2 ou mais vezes. 1 - Entrou na sala da direção apenas 1 vez. 2 - Não entrou na sala da direção.
6	Regra	CI	É proibido comer, beber água e conversar dentro da biblioteca.	0 - Comeu, bebeu água e/ou conversou dentro da biblioteca 2 ou mais vezes. 1 - Comeu, bebeu água e/ou conversou dentro da biblioteca apenas 1 vez. 2 - Não comeu, bebeu água, nem conversou dentro da biblioteca.
7	Regra	CI	É proibido anotar a localização dos livros.	0 - Anotou a localização dos livros. 1 - Começou a anotar a localização dos livros, mas interrompeu a ação quando recordou que era proibido. 2 - Não anotou a localização dos livros.
8	Regra	CI	Não comer nem beber água antes da barra de saciedade chegar ao nível crítico.	0 - Comeu e/ou bebeu água antes do nível crítico 2 ou mais vezes. 1 - Comeu e/ou bebeu água antes do nível crítico apenas 1 vez. 2 - Não comeu, nem bebeu água antes do nível crítico.
9	Regra	FC	Comer ou beber água sempre que a barra de saciedade chegar ao nível crítico.	0 - Deixou de comer e/ou beber água após o nível crítico 2 ou mais vezes ou deixou a personagem com fome por muito tempo. 1 - Deixou de comer e/ou beber água após o nível crítico apenas 1 vez. 2 - Comeu ou bebeu água todas as vezes que barra atingiu o nível crítico.
10	Regra	FC	Não deixar a barra de saciedade esvaziar por completo.	0 - Deixou a barra esvaziar por completo 2 ou mais vezes ou deixou a personagem com fome por muito tempo. 1 - Deixou a barra esvaziar por completo apenas 1 vez. 2 - Não deixou a barra esvaziar por completo .
11	Regra	CI	Não conversar nem jogar no celular antes da barra de cansaço chegar ao nível crítico.	0 - Conversou e/ou jogou no celular antes do nível crítico 2 ou mais vezes. 1 - Conversou e/ou jogou no celular antes do nível crítico apenas 1 vez. 2 - Não conversou, nem jogou no celular antes do nível crítico.

			Exceções: Conversas para realizar tarefas - Para coletar o jornal e para reservar a mesa da biblioteca.
12	Regra	FC	<p>Conversar com alguém ou jogar no celular sempre que a barra de cansaço chegar ao nível crítico.</p> <p>0 - Deixou de conversar e/ou jogar no celular após o nível crítico 2 ou mais vezes ou deixou a personagem cansada por muito tempo. 1 - Deixou de conversar e/ou jogar no celular após o nível crítico apenas 1 vez. 2 - Conversou ou jogou no celular todas as vezes que barra atingiu o nível crítico.</p>
13	Regra	FC	<p>Não deixar a barra de cansaço encher por completo.</p> <p>0 - Deixou a barra encher por completo 2 ou mais vezes ou deixou a personagem cansada por muito tempo. 1 - Deixou a barra encher por completo apenas 1 vez. 2 - Não deixou a barra encher por completo.</p>

C: Construto possivelmente mensurado pelo item; CI: Controle inibitório; FC: Flexibilidade cognitiva; MC: Memória de curto-prazo; MO: Memória operacional; PL: Planejamento.

11 CONCLUSÃO – ETAPA 2

O processo de construção do TEEV, apesar de planejado anteriormente, demandou mais tempo do que o previsto. Diversos fatores podem explicar essa demora, mas o principal talvez se relacione com o compromisso com a qualidade final do documento. Cada detalhe foi pensado e revisado exaustivamente. Muitas mudanças foram necessárias, conforme pode ser percebido desde a Etapa 1, passando pela versão preliminar escrita elaborada para a análise de juízes, pela primeira versão computadorizada, até chegar à versão final. O apoio de um modelo de construção robusto para o processo de desenvolvimento de um jogo, o modelo de Pasquali (2010), foi essencial para a organização, o planejamento e a execução dos processos envolvidos.

A análise de juízes (de conteúdo e semântica) também foi de extrema relevância para a avaliação da versão preliminar do jogo, pois à primeira vista havia tanto a ser feito e era necessário partir de algum ponto. A necessidade da elaboração de uma versão escrita mais completa e a reflexão propiciada pela análise dessa versão foram contribuições muito importantes para a atual configuração do TEEV. Entretanto, a realização de outra análise com um grupo de juízes especialistas na área de FE poderia ser valiosa para uma melhor compreensão sobre a relação entre os itens (tarefas e regras) e os construtos que se pretende avaliar. Vale ressaltar que o TEEV é um *software* de código aberto, o que permite que seja modificado ou adaptado diante de necessidades futuras.

Os resultados referentes ao processo de *design* e de desenvolvimento computadorizado do TEEV foram acompanhados de discussões acerca dos construtos que se esperava recrutar com cada atividade e regra, bem como outros aspectos esperados, a exemplo do engajamento e da motivação do participante. Nesse sentido é importante fazer o esclarecimento de que o conteúdo do TEEV desenvolvido e apresentado na seção anterior foi considerado neste trabalho como um resultado do Etapa 2, pois o instrumento se caracteriza como um produto importante obtido nesse processo. Apesar disso, há clareza por parte da autora, de que as relações com os construtos que se pretendem medir são resultados esperados, que somente poderão ser evidenciados, ou não, mediante a realização dos procedimentos experimentais e analíticos orientados por Pasquali (2010), em seu modelo. Os procedimentos experimentais foram realizados na Etapa 3 do estudo.

12 MATERIAIS E MÉTODOS – ETAPA 3

12.1 Relevância da Etapa 3 para o Estudo

A Etapa 3 teve como objetivos específicos: a) avaliar o funcionamento executivo de forma global relacionada à habilidade de planejamento e de forma específica, relacionada aos componentes centrais das FE (MO, FC e CI) de estudantes de EM do DF e do entorno por meio da realização do TEEV, e b) investigar possíveis associações entre o desempenho de estudantes no TEEV e as medidas clássicas de funcionamento executivo obtidas por meio da aplicação dos testes de Dígitos, de Cinco Dígitos (FDT) e da Torre de Londres (ToL). Desta forma, esta etapa foi importante não apenas por permitir a realização dos primeiros procedimentos experimentais previstos durante o desenvolvimento do TEEV, bem como para fornecer resultados preliminares acerca do seu funcionamento e da correspondência com outras medidas das FE.

Ressalta-se que antecederam a Etapa 3 dois estudos pilotos, um deles realizado com 32 jovens universitários da Universidade de Brasília e outro com 10 estudantes de Ensino Médio de uma escola da rede pública do Distrito Federal e que foram fundamentais para a familiarização da equipe de pesquisa com os instrumentos utilizados e para a realização de ajustes no delineamento experimental, cujos resultados não foram incluídos na tese por motivos de sintetização, embora a análise de dados e a redação dos resultados, discussão e conclusão do primeiro estudo piloto já tenham sido concluídas, enquanto o segundo não teve sua coleta de dados finalizada, pois foi interrompido em função da pandemia de COVID-19.

12.2 Amostra

12.2.1 Critérios de inclusão

Nesta etapa do estudo foi formada uma amostra por conveniência por meio de um convite divulgado nas redes sociais ou enviado diretamente para indivíduos conhecidos da equipe de pesquisa que se enquadravam nos critérios de inclusão, a saber – todos os participantes deveriam: a) estar na faixa etária entre 14 e 18 anos; b) serem estudantes de EM no DF ou no entorno. Para participar do jogo, caso fossem menores de idade, os indivíduos convidados necessitavam possuir autorização dos pais ou responsáveis para a sua participação no estudo.

12.2.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos os dados dos participantes que: a) deixaram de participar de forma satisfatória e engajada de uma ou mais fases da terceira etapa de realização do estudo; b) apresentaram QI abaixo do intervalo de normatização brasileira para sua idade, de acordo com a Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (Yates *et al.*, 2006); c) possuíam problemas visuais ou auditivos não corrigidos e/ou dificuldades motoras que dificultaram ou impediram a realização das tarefas propostas; d) informaram diagnóstico prévio de transtornos do desenvolvimento, transtornos de aprendizagem, ou disfunções intelectuais, por exemplo, TDAH, TEA, Dislexia e Discalculia, dentre outros. Por questões éticas, os participantes que se voluntariaram para o estudo mas que se enquadraram dentre os critérios de exclusão não tiveram os seus dados incluídos para fins de análise estatística, porém os mesmos não foram informados sobre a exclusão de seus dados da amostra. Dessa forma, os dados de 33 participantes foram excluídos em função de não atenderem ao primeiro critério, pois apesar de terem manifestado o interesse em participar da pesquisa e iniciarem sua participação, desistiram da mesma antes de concluí-la.

12.2.3 Participantes

Participaram efetivamente da terceira etapa do estudo 29 adolescentes (18 mulheres, 11 homens) de 15 a 18 anos de idade (média de idade \pm DP: 16,3 \pm 0,8), residentes em 7 regiões administrativas do DF e do entorno. Os participantes eram estudantes de escolas públicas e privadas (n= 24 e 5, respectivamente) da 1^a, 2^a e 3^a séries do EM (n= 6, 17 e 6, respectivamente) de 12 escolas diferentes, localizadas em 5 regiões administrativas do DF e do entorno. As tabelas 9 e 10 fornecem a caracterização da amostra em relação aos dados demográficos, aos aspectos escolares, ao funcionamento executivo, à inteligência, ao histórico clínico relacionado à existência de transtornos pessoal e/ou familiar (tais como ansiedade, depressão, bipolaridade, síndrome de pânico, déficit de atenção, hiperatividade, altas habilidades, espectro do autismo, dislexia, discalculia, disgrafia, dislalia, esquizofrenia etc), à prática de atividade física e à ocorrência de contratempos no ambiente escolar (por exemplo, frequência irregular (muitas faltas e/ou atividades sem fazer), falta de motivação e vontade para estudar, dificuldade na organização e no estabelecimento de uma rotina de estudos, dificuldade em compreender os conteúdos, transtornos ou deficiências diagnosticados que dificultavam o desempenho escolar, problemas de relacionamento com professores,

coordenadores e/ou diretores, vítimas ou autores de agressão). Os transtornos familiares incluíram dificuldades de relacionamento, dificuldade financeira e/ou desemprego de algum membro da família nuclear, violência doméstica de qualquer tipo (física, psicológica, moral, sexual e/ou patrimonial), óbito de algum membro da família nuclear, escassez ou falta de alimentos etc.

12.3 Instrumentos

O estudo fez uso das escalas e testes comportamentais descritos a seguir. Para fins de comparação com o TEEV, foram inseridos no protocolo do estudo, testes neuropsicológicos clássicos das FE, especificamente o teste de Dígitos, FDT e ToL.

12.3.1 Ficha de Informações Demográficas e Clínicas (FIDC)

Esse instrumento forneceu informações a respeito da identificação dos participantes, das suas condições socioeconômicas e da avaliação das condições de participação no estudo (histórico escolar, histórico familiar, uso de medicamentos, histórico clínico e presença de problemas visuais, auditivos ou motores) e permitiu para averiguar os critérios de inclusão e de exclusão.

12.3.2 Breve Inventário das Funções Executivas (em inglês Brief Rating Inventory of Executive Functions, BRIEF) (Gioia et al., 2015).

Inventário para a avaliação ecológica do funcionamento executivo normal de crianças e adolescentes, sensível a condições clínicas, por meio de um questionário breve de auto-avaliação composto por 12 questões a respeito do funcionamento executivo do próprio participante (de 11 a 18 anos) na vida diária. Os itens questionam sobre a frequência de apresentação (“nunca”, “às vezes” e “constantemente”) de determinados comportamentos e são pontuados (em 1, 2 ou 3, respectivamente), de forma a fornecer, ao final, um escore de até 36 pontos, que corresponde a uma medida global do funcionamento executivo (Gioia et al., 2015).

12.3.3 Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (em inglês, Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, WASI) (Yates et al., 2006)

Instrumento abreviado para avaliação da inteligência em indivíduos de 6 a 89 anos, validado e normatizado no Brasil. A escala é composta por quatro subtestes (Vocabulário,

Cubos, Semelhanças e Raciocínio Matricial), cujos resultados informam a respeito do QI da escala total, verbal e de execução. Foram utilizados os subtestes Vocabulário e Raciocínio Matricial para o cálculo do QI, conforme as orientações do manual da WASI, que serviu como critério de exclusão de estudantes com capacidade intelectual fora do padrão, possivelmente associada a transtornos de aprendizagem e a deficiências intelectuais.

12.3.4 Teste de Dígitos (em inglês *Digit-span task*; Wechsler, 2013)

Subteste da Escala Wechsler de Inteligência para Crianças IV (WISC-IV), considerado como de fácil compreensão e composto por duas etapas: Ordem direta (em inglês, *forward digit-span task*) e Ordem inversa (em inglês, *backward digit-span task*).

Em ambas as etapas, os avaliadores pronunciaram em voz alta um conjunto de sequências numéricas de forma clara, com um intervalo de 1 segundo entre a pronúncia de cada um dos números. A diferença entre as etapas consiste na resposta esperada do participante. Na ordem direta (OD) o objetivo consiste em repetir as sequências numéricas imediatamente após a emissão de cada uma em voz alta pelo avaliador. Na ordem inversa (OI), por sua vez, o participante tem como objetivo pronunciar cada sequência numérica ouvida na ordem inversa do que foi emitido pelo avaliador, isto é, o indivíduo precisa memorizar os números ouvidos e logo em seguida pronunciá-los de trás para frente, partindo do último dígito ouvido até chegar ao primeiro. Sendo assim, o participante deve repetir a sequência pronunciada na ordem em que foi escutada, na etapa OD, ou na ordem inversa, na etapa OI.

A ordem direta permite avaliar a memória de curto-prazo, que apesar de caracterizar um processo cognitivo complexo, a rigor não é considerada como um processo executivo. Já a ordem inversa recruta a memória operacional, um dos principais componentes das Funções Executivas, pois nesse caso fica evidente a necessidade de manipular informações recém adquiridas, de forma a cumprir o objetivo estabelecido pelo teste. As duas etapas apresentam níveis de complexidade distintos (coluna “item” da Figura 43), sendo iniciadas no nível mais básico, cujas questões são sequência de dois números. Cada nível é composto por duas tentativas e conforme o participante passa de nível, a quantidade de dígitos na nova sequência aumenta em 1 número. A única exceção corresponde ao 2º nível da ordem inversa, em que não há aumento da quantidade de dígitos na sequência (Figura 43). Na ordem direta, o teste avança até uma sequência máxima de 9 números, enquanto na ordem indireta, até 8 números.

Tabela 9. Caracterização da amostra em relação aos dados demográficos, aos aspectos escolares, ao funcionamento executivo e à inteligência.

Sexo	Idade	Classe social	Residência	Série	Tipo de escola	Histórico escolar	Área interesse	Recuperação	Reprovação	Contratempo escolar	BRIEF	WASI		
												QIT-2	%	Classificação
F	15	B	Entorno	2ª série	Privada	Privada	CN	-	-	Sim	27	97	42	M - M
F	15	E	Ceilândia	1ª série	Pública	Pública	LC	-	-	-	22	96	39	MI - M
F	16	E	Ceilândia	1ª série	Pública	Pública	LC	-	-	-	20	84	14	L - M
F	16	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	LC	Às vezes	-	Sim	21	99	47	M - M
F	16	E	Taguatinga	2ª série	Pública	Pública	M	Às vezes	-	-	22	108	70	M - MS
F	16	E	Taguatinga	1ª série	Pública	Pública	EF	Às vezes	1 vez	-	27	97	42	M - M
F	16	C	Ceilândia	2ª série	Pública	Misto	CH	-	-	-	16	103	58	M - MS
F	16	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	CH	Às vezes	1 vez	Sim	33	89	23	MI - M
F	16	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	CH	Às vezes	-	-	19	99	47	M - M
F	16	C	Sudoeste	2ª série	Privada	Privada	CH	Às vezes	1 vez	Sim	25	109	73	M - MS
F	16	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	A	Às vezes	-	-	26	94	34	MI - M
F	16	E	Ceilândia	1ª série	Pública	Pública	CN	Às vezes	1 vez	Sim	26	91	27	MI - M
F	17	E	Sol Nascente	2ª série	Pública	Pública	CH	Às vezes	1 vez	-	16	70	2	EB - L
F	17	D	Entorno	3ª série	Pública	Privada	CN	-	-	Sim	30	108	70	M - MS
F	17	D	Samambaia	3ª série	Pública	Privada	CH	Às vezes	-	Sim	29	94	34	M - M
F	17	D	Entorno	3ª série	Pública	Privada	CN	-	-	-	25	100	50	M - M
F	17	C	Ceilândia	2ª série	Pública	Misto	CH	Às vezes	1 vez	Sim	25	108	70	M - MS
F	18	E	Ceilândia	3ª série	Pública	Pública	CN	Às vezes	1 vez	-	23	96	39	MI - M
M	15	C	Taguatinga	1ª série	Privada	Privada	CN	Às vezes	-	Sim	25	77	6	L - MI
M	15	C	Águas Claras	1ª série	Privada	Privada	CN	-	-	Sim	21	108	70	M - MS
M	16	D	Samambaia	2ª série	Pública	Pública	CN	-	-	Sim	25	103	58	M - MS
M	16	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Misto	LC	-	-	Sim	30	108	70	M - MS
M	16	C	Taguatinga	2ª série	Privada	Privada	CH	Às vezes	-	Sim	21	87	19	MI - M
M	17	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	CH	Às vezes	-	-	25	116	86	M - S
M	17	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	CN	Às vezes	1 vez	-	22	92	30	MI - M
M	17	C	Ceilândia	2ª série	Pública	Privada	EF	Sempre	1 vez	Sim	26	106	66	M - MS
M	17	E	Ceilândia	3ª série	Pública	Pública	M	Às vezes	-	-	21	86	18	MI - M
M	17	B	Entorno	3ª série	Pública	Misto	CH	Às vezes	-	Sim	26	108	70	M - MS
M	17	E	Ceilândia	2ª série	Pública	Pública	CH	Às vezes	1 vez	Sim	23	81	10	L - MI

Sexo - F: Feminino, M: Masculino. Classe social - B: de 10 a 20 salários mínimos (s.m.), C: de 4 a 10 s.m., D: de 2 a 4 s.m., E: até 2 s.m. Área de interesse - A: Artes, CH: Ciências Humanas, CN: Ciências da Natureza, EF: Educação Física, LC: Linguagens e Códigos, M: Matemática. BRIEF: Breve Inventário das Funções Executivas. WASI: Escala Wechsler Abreviada de Inteligência - QIT-2: Quociente de Inteligência Total (WASI 2 subtestes), %: Percentil do QIT-2 nas normas brasileiras, EB: Extremamente baixo, L: Limitrofe, MI: Médio inferior, M: Médio, MS: Médio superior, S: Superior.

Tabela 10. Caracterização da amostra em relação ao histórico clínico (pessoal e familiar), à prática de atividade física e à ocorrência de contratemplos no ambiente familiar.

Histórico clínico pessoal	Prática de atividade física	Dificuldade visual	Uso de óculos	Dificuldade auditiva	Dificuldade na motricidade	Histórico clínico familiar	Contratempo familiar
Sim - sem tratamento	Semanal	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Rara	Sim	-	-	-	Sim	Sim
-	Semanal	-	-	-	-	-	-
Sim - sem tratamento	Rara	Sim	Sim	-	-	Sim	-
Sim - sem tratamento	Rara	Sim	Sim	-	-	-	-
Sim - sem tratamento	Semanal	-	-	-	-	Sim	Sim
-	Rara	-	-	-	-	-	Sim
Sim - sem tratamento	Nunca	-	-	-	-	Sim	Sim
Sim - em tratamento	Rara	Sim	Sim	-	-	-	Sim
Sim - sem tratamento	Diária	Sim	Sim	-	-	-	-
-	Semanal	Sim	Sim	-	-	-	Sim
Sim - sem tratamento	Diária	Sim	Sim	-	-	-	Sim
Sim - em tratamento	Rara	-	-	-	-	-	-
Sim - tratada	Semanal	-	-	-	-	-	Sim
Sim - em tratamento	Semanal	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Semanal	Sim	Sim	-	-	Sim	-
Sim - em tratamento	Rara	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Semanal	Sim	Sim	-	-	-	Sim
-	Diária	Sim	-	-	-	Sim	Sim
Sim - tratada	Nunca	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Rara	-	-	-	-	-	-
-	Nunca	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Diária	-	-	-	-	-	-
Sim - em tratamento	Semanal	Sim	Sim	-	-	Sim	Sim
-	Rara	-	-	Sim	-	-	Sim
Sim - tratada	Rara	-	-	-	-	Sim	Sim
-	Rara	-	-	-	-	Sim	Sim
Sim - tratada	Diária	-	-	-	-	Sim	Sim
-	Rara	Sim	Sim	-	-	-	-

ORDEM DIRETA						
Item	Tentativa	Questão	Gabarito	Resposta Dada	Correção	Pontuação
1	1	xx	xx	xx	Certo	1
1	2	xx	xx	xx	Certo	1
2	1	xxx	xxx	xxx	Certo	1
2	2	xxx	xxx	xxx	Certo	1
3	1	xxxx	xxxx	xxxx	Certo	1
3	2	xxxx	xxxx	xxxx	Certo	1
4	1	xxxxx	xxxxx	xxxxx	Certo	1
4	2	xxxxx	xxxxx	xxxxx	Certo	1
5	1	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	Certo	1
5	2	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	Certo	1
6	1	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	Certo	1
6	2	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	Certo	1
7	1	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	Certo	1
7	2	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	Certo	1
8	1	xxxxxxxxx	xxxxxxxxx	xxxxxxxxx	Certo	1
8	2	xxxxxxxxx	xxxxxxxxx	xxxxxxxxx	Certo	1
DIOD=						16
UDIOD=						9
ORDEM INVERSA						
Item	Tentativa	Questão	Gabarito	Resposta Dada	Correção	Pontuação
Exemplo	1	xx	xx	xx		
Exemplo	2	xx	xx	xx		
1	1	xx	xx	xx	Certo	1
1	2	xx	xx	xx	Certo	1
2	1	xx	xx	xx	Certo	1
2	2	xx	xx	xx	Certo	1
3	1	xxx	xxx	xxx	Certo	1
3	2	xxx	xxx	xxx	Certo	1
4	1	xxxx	xxxx	xxxx	Certo	1
4	2	xxxx	xxxx	xxxx	Certo	1
5	1	xxxxx	xxxxx	xxxxx	Certo	1
5	2	xxxxx	xxxxx	xxxxx	Certo	1
6	1	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	Certo	1
6	2	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	Certo	1
7	1	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	Certo	1
7	2	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	Certo	1
8	1	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	Certo	1
8	2	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	Certo	1
DIOI =						16
UDIOI=						8
ESCORE						
DIOD		DIOI		TOTAL		
16		16		32		

Figura 43. Organização das etapas OD e OI do Teste de Dígitos em uma planilha com informações acerca dos diferentes níveis e tentativas, das sequências numéricas utilizadas (omitidas para preservação dos direitos autorais do teste), das respostas esperadas (gabarito, também omitido), das respostas dadas pelo participante, da correção e da pontuação obtida em cada tentativa e do cálculo dos escores do teste em cada etapa.

Cada etapa do teste se encerra quando o participante errar ambas as tentativas de um nível ou completar todos os níveis. A cada resposta é atribuído 1 ponto, caso esteja correta, ou zero, caso esteja incorreta. O somatório da pontuação em cada tentativa fornece, ao final da aplicação do teste, o escore bruto obtido na ordem direta (DIOD) e o escore bruto obtido na ordem inversa (DIOI). Em seguida, é calculado o escore total (DI) por meio da soma dos escores brutos obtidos em cada etapa (DI = DIOD + DIOI). A pontuação máxima obtida no escore bruto de cada etapa, direta e inversa, corresponde a 16 pontos e portanto, no escore total o valor máximo é de 32 pontos. Além do escore total, calcula-se a maior sequência de dígitos em ordem direta (UDIOD) e a maior sequência de dígitos em ordem inversa (UDIOI), que correspondem à quantidade de dígitos contidos na maior sequência que o indivíduo acertou em cada etapa.

12.3.5 Teste de Cinco Dígitos (em inglês, *Five Digit Test, FDT*; Sedó, 2004)

Teste que requer, do avaliado, habilidades linguísticas mínimas, sendo de fácil entendimento para uma grande faixa etária, incluindo pessoas não alfabetizadas. Para o procedimento do teste basta que o participante conheça os numerais de 1 a 5, e saiba contar até 5. O teste é composto de 4 etapas: Leitura, Contagem, Escolha e Alternância (Figura 44).

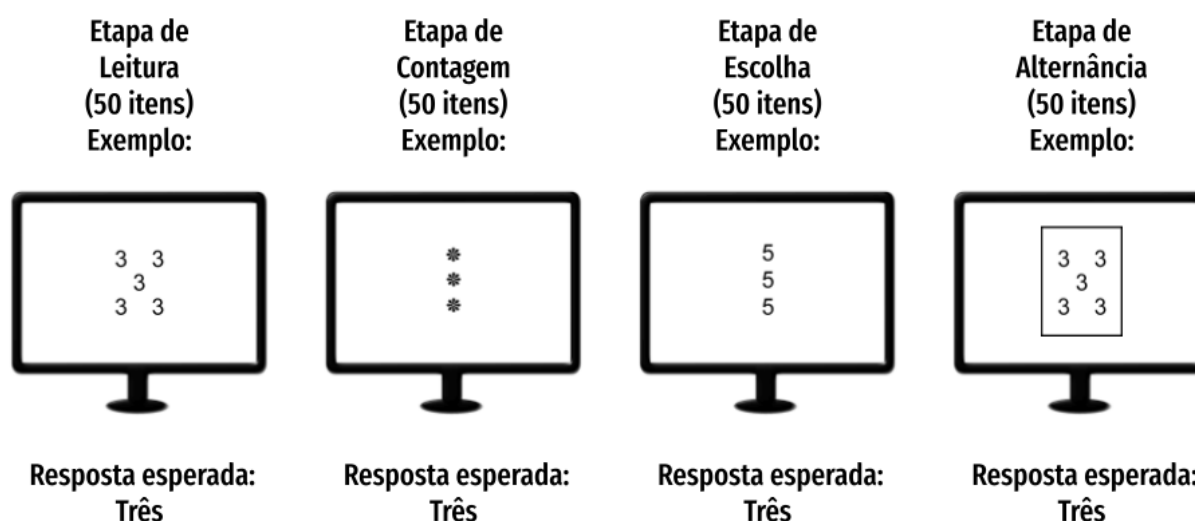


Figura 44. Esquema do teste de Cinco Dígitos (FDT) contendo as ilustrações das etapas, exemplos de estímulos e a resposta esperada em cada uma.

Na etapa de Leitura, a etapa mais simples, o participante precisa reconhecer e ler os valores dos dígitos dentro do quadrante, que estão em quantidade que corresponde exatamente aos seus valores, por exemplo, a apresentação do numeral 1 requer a resposta verbal “um”. Na etapa de Contagem, o participante precisa contar quantidade de asteriscos dentro do quadrante e pronunciar o resultado em voz alta, sendo assim, ainda uma etapa simples. A partir da etapa de Escolha, o exercício se torna mais complexo. Nessa etapa são apresentados quadrantes com numerais repetidos em determinado número de vezes. As quantidades de dígitos não correspondem com o valor representado pelo número. O participante deve contar a quantidade de dígitos e focar em inibir a tendência de ler os números. Na última etapa, Alternância, as quantidades de dígitos também não correspondem com o valor representado pelo número. Na maioria das tentativas, é solicitado que o participante conte os dígitos, como na Escolha, porém em uma a cada cinco tentativas (diferenciado dos demais por ter a borda mais grossa), o participante deve mudar de objetivo, passando a reconhecer e ler o valor representado pelos dígitos, da mesma forma que foi feito na etapa de Leitura, apenas naquela tentativa. Nas tentativas subsequentes (sem borda), o participante volta a contar os dígitos e deve alternar para a leitura do número apenas quando outro estímulo com borda for exibido.

A versão utilizada corresponde à versão computadorizada desenvolvida no Laboratório de Neurociência e Comportamento da UnB, sendo um dos testes disponíveis na bateria *Test Platform*. Cada etapa possui dois blocos, sendo o primeiro composto por 10 tentativas, para treinamento das instruções da etapa e o segundo por 50 tentativas, separados por um intervalo de 1 segundo no qual é apresentada uma tela branca (Figura 45). Em cada tentativa, os estímulos ficam visíveis na tela durante 1 segundo. As respostas são registradas em uma planilha e o *software* gera um arquivo com dados dos momentos exatos de exibição dos estímulos para posterior análise dos acertos, dos erros e do tempo de reação (TR).

Além das medidas padrão de desempenho comportamental, é possível calcular um índice de inibição, obtido pela diferença entre as médias de TR na etapa de Escolha e de Leitura ($TR_{\text{médio}} \text{ Escolha} - TR_{\text{médio}} \text{ Leitura}$). De forma similar, é possível obter um índice de flexibilidade cognitiva por meio da diferença entre as médias de TR na etapa de Alternância e de Leitura ($TR_{\text{médio}} \text{ Alternância} - TR_{\text{médio}} \text{ Leitura}$).

Ademais, a simples aferição do tempo decorrido para finalizar cada etapa, medida usual nas versões de lápis e caneta do FDT (Campos, 2016), não pode ser utilizada para a versão computadorizada, visto que a duração de cada etapa nessa versão é

padronizada para todos os participantes. Sendo assim, o tempo total gasto foi calculado por meio da soma das médias de TR como indicativo do tempo utilizado pelo participante para finalizar cada etapa do FDT, ignorando-se, assim, os intervalos fixos da versão computadorizada e os intervalos individuais entre uma resposta e a exibição do estímulo subsequente.

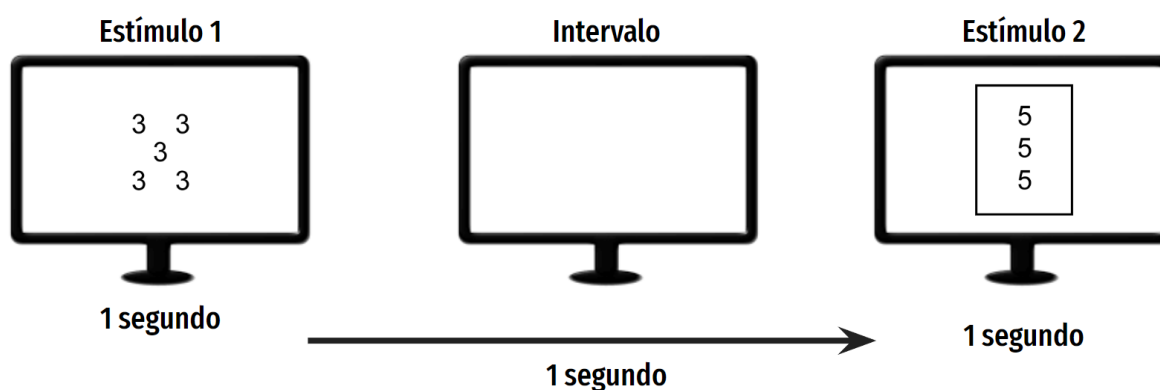


Figura 45. Sequência de tentativas do FDT, com exibição dos estímulos por 1 segundo, seguido de um intervalo de 1 s. Nesse caso foi representada a etapa de Alternância.

12.3.6 Teste da Torre de Londres (em inglês, *Tower of London Test, ToL*, Krikorian et al., 1994)

Teste clássico para a avaliação das Funções Executivas, especialmente das habilidades de planejamento e de resolução de problemas. No presente estudo foi realizada uma tradução, feita no próprio laboratório, da versão computadorizada da Torre de Londres disponível na bateria gratuita e de código aberto *The Psychology Experiment Building Language (PEBL) Test Battery* (Muller; Piper, 2014) com ajustes feitos para se adequar à versão de Krikorian et al. (1994) utilizada no Brasil por Malloy-Diniz et al. (2008). Nessa versão há a apresentação na parte superior da tela de uma imagem contendo três discos coloridos (verde, vermelho e azul), dispostos em 3 pilhas, como posição-alvo a ser reproduzida na parte inferior da tela pelo participante (Figura 46). Assim, o participante precisa movimentar os discos para chegar à mesma configuração apresentada na posição-alvo. Todos os problemas se iniciam com os discos nas mesmas posições, o que muda são as posições-alvo de cada problema e o número de movimentos necessários para chegar ao modelo, que varia de 2 a 5 movimentos, indicado em vermelho no canto direito da tela. Uma vez que o participante tiver pegado um disco, não é possível soltá-lo sem que seja contabilizado um movimento. Além disso, o indivíduo só consegue mover um disco que esteja posicionado abaixo de outro se mover o disco de

cima primeiro. O número de movimentos necessários para resolver o problema é considerado como o grau de dificuldade de cada tarefa e aumenta de acordo com a quantidade de movimentos necessários para chegar à posição-alvo.

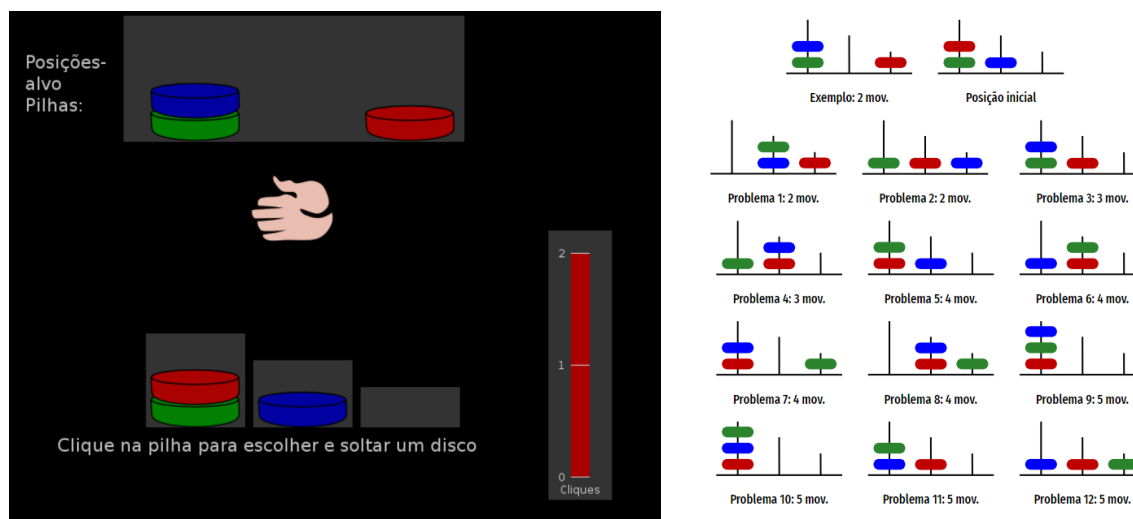


Figura 46. Tela (esquerda) e problemas (direita) da versão computadorizada do Teste da Torre de Londres utilizada no presente estudo, uma adaptação feita à versão de número 3 do teste homônimo disponível na bateria PEBL, com base na versão de Krikorian *et al.* (1994).

A versão utilizada é composta por um exemplo e 12 problemas, subdivididos em dois problemas em que são necessários 2 movimentos para a sua resolução (grau de dificuldade 2), dois com 3 movimentos (grau de dificuldade 3), quatro com 4 movimentos (grau de dificuldade 4) e os últimos quatro com 5 movimentos (grau de dificuldade 5, Figura 46). O indivíduo possui 3 tentativas para conseguir resolver o problema utilizando exatamente o número de movimentos indicado (nem mais e nem menos).

Cada problema recebe uma pontuação de 3, 2 ou 1 ponto, a depender se o problema foi solucionado na primeira, na segunda ou na terceira tentativa, respectivamente. Nenhum ponto (zero) é atribuído caso o problema não seja solucionado após as três tentativas. Desse modo, o escore bruto máximo de desempenho equivale a 6 pontos para os problemas com graus de dificuldade 2 e 3, 12 pontos para os problemas com graus de dificuldade 4 e 5 e 36 pontos no total. Os escores relativos por graus de dificuldade são calculados ao se dividir os escores brutos obtidos pelos participantes pela quantidade de problemas existentes em cada grau de dificuldade. Assim, o valor máximo possível do escore relativo em todos os graus de dificuldade equivale a 100, o que facilita a comparação entre os resultados. Outro parâmetro comportamental medido pelo teste corresponde ao tempo gasto em sua realização no total e para cada grau de dificuldade.

Para fins de checagem rápida sobre a capacidade de discriminação de cores dos participantes, nas instruções do teste, cada um dos discos é apresentado individualmente e então solicita-se que o participante identifique a cor destes em voz alta.

12.3.7 Teste Executivo Ecológico-Virtual

Jogo desenvolvido no presente trabalho, cuja versão utilizada foi descrita detalhadamente no item 10.2 (Versão final do TEEV) na Etapa 2 do estudo.

12.3.8 Questionário Final

Questionário desenvolvido pela equipe de pesquisadores para fins de avaliação da percepção do participante em relação ao Teste Executivo Ecológico e Virtual (TEEV) e da verificação das estratégias por eles utilizadas para a realização dos testes utilizados na pesquisa.

12.4 Procedimento

Em função da pandemia de COVID-19 e da suspensão das aulas presenciais nas escolas do DF, a coleta de dados foi realizada de forma virtual e à distância, a fim de zelar pela segurança dos participantes e da equipe de pesquisa. O fluxograma de realização do estudo (Figura 47) teve início com o convite dos estudantes por meio de um formulário divulgado nas redes sociais, que explicava os objetivos do estudo e os procedimentos a serem adotados e solicitava os meios de contato com os estudantes e seus responsáveis. Mediante a manifestação de interesse em participar do estudo, foi realizado o contato com os responsáveis para explicar os objetivos da pesquisa e para solicitar a autorização formal por meio da assinatura do TCLE, do TALE e do TAUISV. Apenas após a autorização dos responsáveis, os estudantes foram adicionados a uma turma no *Google Classroom* para terem acesso à FIDC e ao BRIEF, realizados por meio de *Formulários Google*. Após a realização dos formulários, foram agendadas as sessões individuais de coleta de dados e os participantes foram orientados a instalar os *softwares* a serem utilizados para a realização do ToL e do TEEV.

As sessões experimentais individuais foram realizadas por meio do *Google Meet* e foram gravadas utilizando um recurso do próprio aplicativo. Elas se iniciaram com a recepção dos participantes, seguidas pela aplicação dos subtestes de Vocabulário e de Raciocínio Matricial da escala WASI e pela realização do Testes de Dígitos, do FDT, do ToL e do TEEV, nessa ordem. Ao final da sessão, os estudantes foram solicitados a

responder ao Questionário Final. As sessões tiveram uma duração média de 2 horas e 40 minutos por participante.

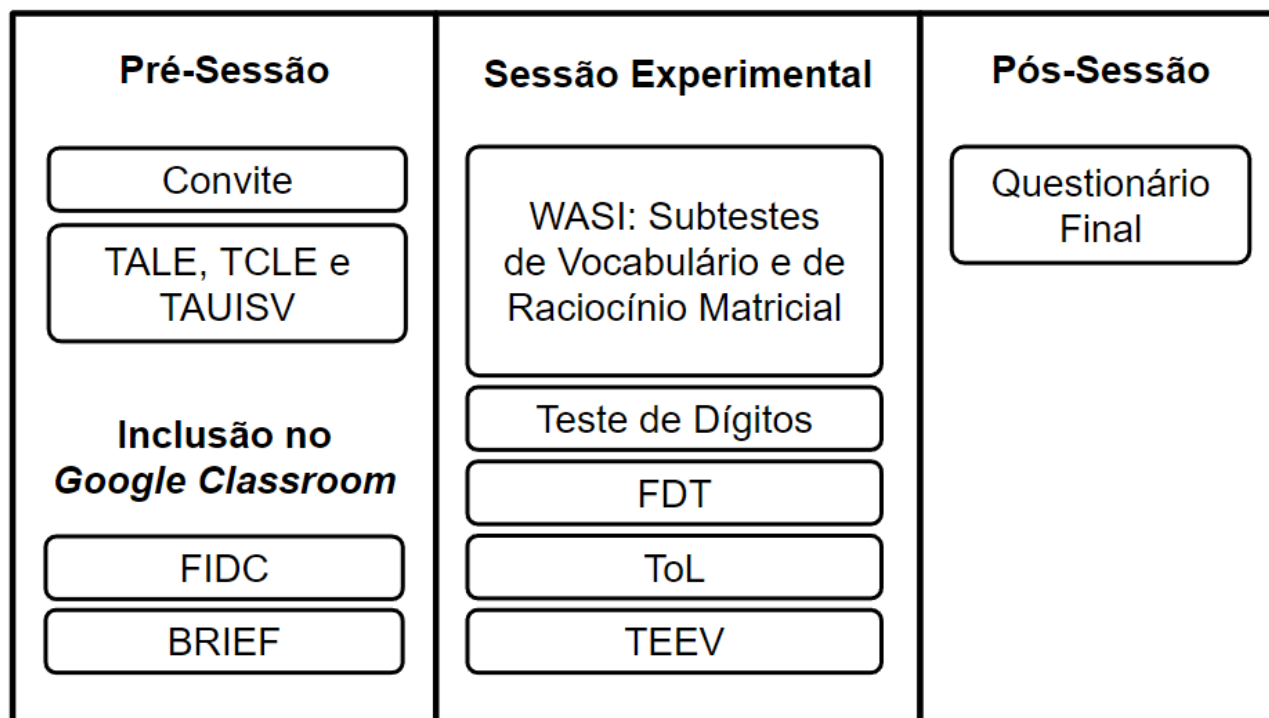


Figura 47. Fluxograma de realização do Estudo 4. TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; TAUISV: Termo de Autorização para Uso de Imagem e Som de Voz; FIDC: Ficha de Informações Demográficas e Clínicas; BRIEF: Breve Inventário das Funções Executivas; WASI: Escala Wechsler Abreviada de Inteligência; FDT: Teste de Cinco Dígitos; ToL: Teste da Torre de Londres; TEEV: Teste Executivo Ecológico e Virtual.

Em relação ao procedimento de aplicação do TEEV, foi feita a leitura das instruções (tutorial) do TEEV em voz alta, junto com os participantes, pois nos estudos piloto percebeu-se que dar autonomia para a leitura das instruções, de forma independente, influenciou negativamente nos resultados obtidos, pois muitos não a realizavam. Seria interessante verificar o efeito da falta de atenção às instruções no desempenho do jogo em um momento posterior, pois essa característica é um indicativo do funcionamento executivo e do perfil do estudante, mas para a primeira aplicação do TEEV considerou-se mais importante eliminar esse viés. Ademais, a fim de facilitar a análise posterior dos resultados, foi solicitado aos participantes que estes narrassem oralmente suas intenções e suas dúvidas simultaneamente à realização do TEEV.

12.5 Análise de Dados

Os dados obtidos na FIDC e no BRIEF foram exportados para as *Planilhas Google* automaticamente por meio das ferramentas dos *Formulários Google*. Em seguida, as respostas ao BRIEF foram pontuadas de acordo com o manual e o escore total bruto foi obtido por meio do somatório da pontuação em cada questão. Os escores brutos correspondem a um percentil e a uma classificação clínica dos resultados, ambos obtidos nas tabelas constantes no manual (Gioia, 2015).

As respostas individuais obtidas nos subtestes de Vocabulário, de Raciocínio Matricial e nos testes de Dígitos e FDT foram registradas durante a coleta de dados diretamente em *Planilhas Google*. Posteriormente, foi feita a conferência de cada resposta por meio das gravações das sessões de coleta de dados.

Nos subtestes de Vocabulário e de Raciocínio Matricial, as respostas foram pontuadas de acordo com os critérios de avaliação descritos no manual da WASI (Trentini; Yakes; Heck, 2014) e a planilha calculou automaticamente os escores brutos obtidos em cada um. O uso das tabelas do manual (Trentini; Yakes; Heck, 2014) permitiu a correspondência dos escores brutos aos escores T, aos percentis e aos valores de QI, de acordo com a faixa etária de cada participante.

No teste de Dígitos, os parâmetros comportamentais avaliados (DIOD, DIOI, UDIOD, UDIOI e DI) foram calculados automaticamente pelas planilhas.

No FDT, as planilhas permitiram identificar os acertos, os erros e as ocorrências de autocorrekções e de erros de omissão. Especificamente para a análise do tempo de reação, foram considerados os tempos por meio de duas fontes: os registros do *software* utilizado durante o FDT (*Test Platform*) e os vídeos das gravações.

O *Test Platform* registrou os horários em que cada estímulo foi apresentado, no formato de horas, minutos, segundos e milissegundos. Apesar de as durações da apresentação dos estímulos e dos intervalos terem sido definidas no programa, é normal e inevitável haver uma variação mínima em milissegundos, em função das oscilações no tempo de processamento dos comandos do *software*. Em uma *Planilha Google*, os horários registrados foram transformados em uma variável de tempo em milissegundos (TempoTP) por meio da fórmula abaixo, em que "h" representa o componente das horas, "min", o dos minutos, "s", o dos segundos e "ms", o dos milissegundos.

$$\text{TempoTP (ms)} = h \times 3.600.000 + \text{min} \times 60.000 + s \times 1000 + \text{ms}$$

Em seguida, foram calculados os intervalos entre as apresentações dos estímulos pela diferença entre os tempos (em milissegundos) da apresentação de dois estímulos consecutivos.

$$Intervalo_{n-(n-1)} = Tempo_n - Tempo_{n-1}$$

Nos vídeos das gravações foram marcados o início da emissão de cada resposta e o momento de apresentação do primeiro estímulo com o uso do *software* de edição de vídeo *Adobe Premiere Pro CS6®*. A marcação das respostas considerou o primeiro fonema da palavra, incluindo as consoantes iniciais (por exemplo, o fonema “[s]” da palavra “cinco”). Quando o participante espontaneamente corrigia sua própria resposta, considerou-se a tentativa como acerto, porém foi registrada a ocorrência de uma autocorreção. Quanto ao tempo de reação, nesses casos, a marcação da resposta foi considerada a partir do início da emissão da palavra correta.

Os tempos resultantes são apresentados no formato de minutos, segundos e *frames*. As gravações possuíam uma taxa de 24 fps (*frames* por segundo), portanto, cada *frame* equivale a aproximadamente 42 milissegundos. Os tempos registrados foram transformados em uma variável de tempo em milissegundos (*TempoV*) por meio da fórmula abaixo, em que "min" representa o componente dos minutos, "s", o dos segundos e "fr", o dos *frames*.

$$TempoV (ms) = [(min \times 60 + s) \times 1000] + \left(\frac{fr \times 1000}{24}\right)$$

O momento de apresentação do segundo estímulo foi calculado por meio da soma do tempo de apresentação do primeiro estímulo com o intervalo calculado a partir do registro do *Test Platform*.

$$TempoV_{Apresentação\ Estímulo\ 2} = TempoV_{Estímulo\ 1} + Intervalo_{2-1}$$

O momento de apresentação dos estímulos subsequentes foram calculados de forma similar, por meio da soma do tempo de apresentação do estímulo anterior com o intervalo calculado a partir do registro do *Test Platform*.

$$TempoV_{Apresentação\ Estímulo\ n} = TempoV_{Estímulo\ n-1} + Intervalo_{n-(n-1)}$$

O tempo de reação de cada tentativa foi calculado pela diferença entre os momentos de emissão de cada resposta e de apresentação de cada estímulo.

$$TR_n = TempoV_{Resposta\ n} - TempoV_{Apresentação\ Estímulo\ n}$$

Ao final, foi feita uma média aritmética simples do tempo de reação em cada etapa, para cada participante. Nos casos em que houve omissão de respostas, a média considerou apenas o número de tentativas para as quais houve respostas.

$$TR_{médio} = \frac{TR_1 + TR_2 + \dots + TR_n}{n}$$

Os dados obtidos na ToL foram exportados para *Planilhas Google* utilizando o *software* de realização do próprio teste, que informa automaticamente os acertos e os tempos de reação de cada participante. A partir desses dados, foram calculados os parâmetros comportamentais avaliados no teste neste estudo.

Em relação à análise do TEEV, foram utilizados os arquivos exportados pelo próprio *software*, além das gravações das sessões de coleta de dados para mensurar o tempo para a realização do jogo, assim como para avaliar o desempenho individual dos participantes em relação à execução das tarefas e ao cumprimento das regras, por meio de uma escala de 0 a 2 utilizada para pontuar cada tarefa e cada regra (Tabela 8). A pontuação foi feita por apenas um avaliador, a autora deste trabalho. Para as tarefas foi atribuído 0, nos casos em que a tarefa não foi realizada; 1, quando foi realizada parcialmente e 2, quando foi realizada adequadamente. Para as regras, foi atribuído 0 quando a regra foi descumprida; 1, quando cumprida parcialmente e 2, quando cumprida totalmente. Com base nessa pontuação, foram calculados escores relacionados a MO, CI, FC, planejamento e total.

Todos os resultados obtidos foram consolidados em uma *Planilha Google* única para análise estatística por meio do Programa *IBM SPSS Statistics*, versão 26.0.

13 RESULTADOS – ETAPA 3

As médias e os valores mínimos e máximos dos resultados obtidos no BRIEF, na WASI e no teste de Dígitos foram consolidados na Tabela 9. Os valores individuais dos escores brutos do BRIEF, de QI e de sua correspondência ao percentil e à classificação nas normas brasileiras podem ser consultados na Tabela 9. Para o BRIEF, a média dos escores brutos dos participantes foi de 24 pontos com desvio-padrão de 4 pontos. Os índices de QI obtidos mediante a aplicação da versão de 2 subtestes (Vocabulário e Raciocínio Matricial) da WASI apresentaram média de 97 (médio) e variaram entre 70 (limítrofe) e 116 (médio superior).

As análises de estatística inferencial foram realizadas por meio de testes não paramétricos em função do tamanho da amostra e da distribuição não normal dos dados, verificada por meio de inspeção visual de histogramas e de testes de normalidade (Shapiro-Wilk). O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$).

13.1 Resultados do teste de Dígitos

No teste de Dígitos, a estatística descritiva foi calculada em relação aos escores DIOD, DIOI, DI, UDIOD e UDIOI (Tabela 11). As médias dos escores brutos nas ordens direta e inversa corresponderam a 9 e 8 pontos, respectivamente, de um máximo de 16 pontos possíveis em cada. Os participantes conseguiram repetir, em média, 6,1 dígitos na ordem direta e 4,6 dígitos na ordem inversa, de um máximo de 9 e 8 dígitos possíveis, respectivamente.

O teste de Wilcoxon mostrou que tanto os escores brutos ($Z = -2,592$; $p < 0,01$), quanto as maiores sequências de dígitos ($Z = -3,989$; $p < 0,001$) apresentadas pelos participantes foram significativamente maiores na ordem direta do que na ordem inversa (Figura 48).

13.2 Resultados do FDT

Para o FDT, foram considerados os parâmetros comportamentais relacionados ao número de acertos, de erros, de erros de omissão, de autocorreções, de erros totais, de $TR_{médio}$ (em ms) e de tempo total (s) nas quatro etapas (Leitura, Contagem, Escolha e Alternância). A estatística inferencial para esses parâmetros foi realizada por meio do teste de Friedman para verificação dos efeitos da etapa e por meio de testes *post hoc* de

Dunn-Bonferroni (os valores de significância foram ajustados pela correção de Bonferroni). Também foram calculados os índices de inibição e de flexibilidade, para os quais foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Tabela 11. Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Breve Inventário das Funções Executivas (BRIEF), na Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (WASI) e no Teste de Dígitos para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3.

Instrumento	Parâmetro comportamental	Média (DP)	Mín - Máx	Máximo possível
BRIEF	Escore bruto	24,0 (4,0)	16 - 33	36
WASI	QIT-2	97,0 (10,9)	70 - 116	160
Teste de Dígitos	DIOD	9,0 (2,4)	6 - 15	16
	DIOI	8,0 (2,5)	4 - 14	16
	DI	17,0 (4,5)	11 - 29	32
	UDIOD	6,1 (1,5)	4 - 9	9
	UDIOI	4,6 (1,5)	2 - 8	8

DIOD: Escore bruto na ordem direta do Teste de Dígitos. DIOI: Escore bruto na ordem inversa do Teste de Dígitos. DI: Escore total do Teste de Dígitos (DIOD + DIOI). UDIOD: Maior sequência de dígitos em ordem direta. UDIOI: Maior sequência de dígitos em ordem inversa. DP: Desvio-padrão. Mín: Valor mínimo obtido em cada parâmetro. Máx: Valor máximo obtido em cada parâmetro. QIT-2: Índice de quociente de inteligência (QI) total obtido mediante a versão de aplicação de 2 subtestes (Vocabulário e Raciocínio Matricial) da WASI.

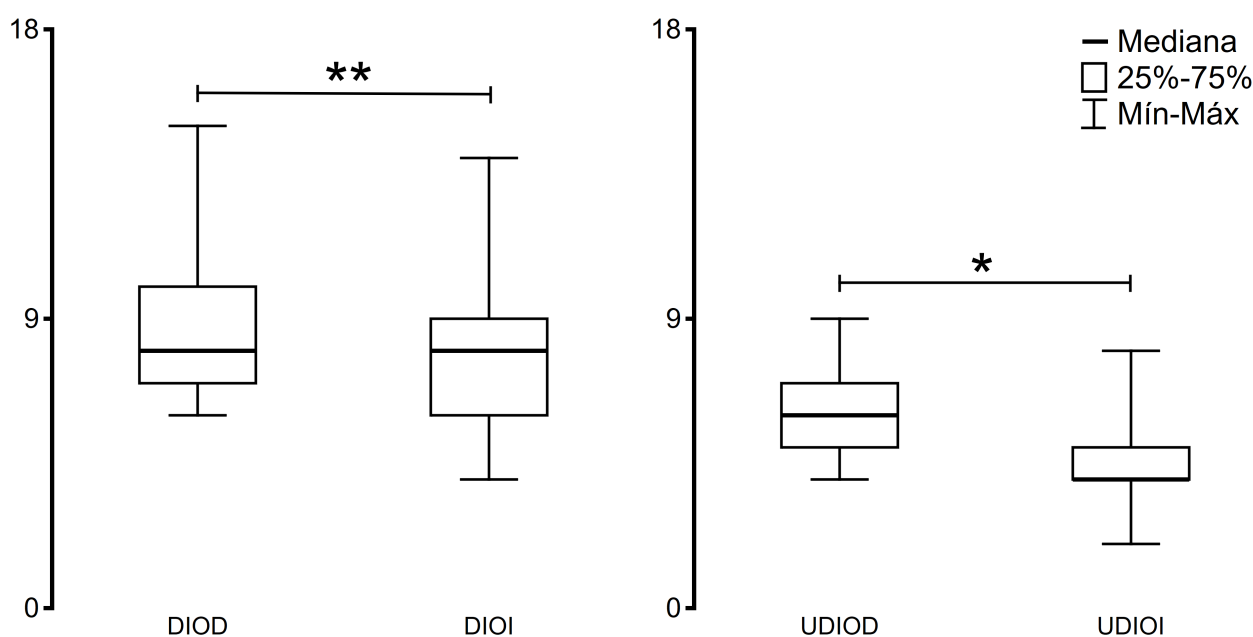


Figura 48. Boxplots dos escores brutos (DIOD, DIOI) e da maior sequência de dígitos em ordem direta (UDIOD) e em ordem inversa (UDIOI) obtidos por estudantes de EM (n=29) submetidos ao teste de Dígitos. ** Teste de Wilcoxon ($Z = -2,592$; $p < 0,01$); * Teste de Wilcoxon ($Z = -3,989$; $p < 0,001$).

Embora tenham sido observados valores altos no número de acertos em todas as etapas (Tabela 12), estes diferiram significativamente (Figura 49, $X^2(3) = 39,017$; $p < 0,001$). Não foram registrados erros para etapa de Leitura, já para etapa de Contagem houve uma média de 99,8% de acerto entre os participantes, de 99,2% para a etapa de Escolha e de 95,2% para a etapa de Alternância (Tabela 12). Os testes *post hoc* mostraram que o número de acertos na etapa de Alternância foi significativamente menor do que nas demais etapas (Figura 49, $p < 0,05$).

De forma análoga, houve efeito da etapa no número de erros ($X^2(3) = 39,658$; $p < 0,001$) e de autocorreções ($X^2(3) = 59,031$; $p < 0,001$) e a comparação entre pares mostrou que a ocorrência de ambos foi significativamente maior na etapa de Alternância quando comparada às outras três etapas (Figura 49; $p < 0,05$). O número de autocorreções na etapa de Escolha também foi significativamente maior do que na etapa de Leitura (Figura 49; $p < 0,05$). O efeito de etapa também foi observado para os erros de omissão ($X^2(3) = 14,130$; $p < 0,05$), porém a comparação entre pares não indicou diferenças significativas.

As ocorrências de erros totais, compostos pelo somatório das ocorrências de erros simples, de erros de omissão e de autocorreções, aumentaram gradativamente da primeira à última etapa do teste de forma significativa ($X^2(3) = 14,130$; $p < 0,05$) e as comparações entre pares revelaram o mesmo padrão observado isoladamente para o parâmetro de autocorreção ($p < 0,05$).

De forma similar, houve aumento gradual das médias de TR (Figura 49, $X^2(3) = 59,524$; $p < 0,001$) e do tempo total gasto ($X^2(3) = 59,637$; $p < 0,001$) ao longo das etapas do FDT. O tempo necessário para responder aos estímulos foi significativamente maior na etapa de Alternância em comparação com as demais etapas ($p < 0,05$) e na etapa de Escolha em comparação com as etapas de Contagem ($p < 0,01$) e de Leitura ($p < 0,001$), conforme indicado pelos testes *post hoc* para ambos os parâmetros.

Tabela 12. Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste de Cinco Dígitos (FDT) para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3.

Parâmetro comportamental	Etapa	Média (DP)	Mín - Máx
Acertos	Leitura	50 (0,4)	48 - 50
	Contagem	49,9 (0,4)	49 - 50
	Escolha	49,6 (0,9)	46 - 50
	Alternância	47,6 (2,8)	39 - 50
Erros	Leitura	0 (0)	0 - 0
	Contagem	0,1 (0,2)	0 - 1
	Escolha	0,3 (0,6)	0 - 2
	Alternância	1,7 (2,1)	0 - 9
Erros de omissão	Leitura	0,1 (0,4)	0 - 2
	Contagem	0,1 (0,3)	0 - 1
	Escolha	0,2 (0,8)	0 - 4
	Alternância	0,8 (2,1)	0 - 11
Autocorreções	Leitura	0 (0)	0 - 0
	Contagem	0,7 (1,2)	0 - 4
	Escolha	1,2 (1,3)	0 - 5
	Alternância	3,1 (2)	0 - 8
Erros totais (Erros, Erros de omissão e Autocorreções)	Leitura	0,1 (0,4)	0 - 2
	Contagem	0,8 (1,2)	0 - 4
	Escolha	1,6 (1,6)	0 - 6
	Alternância	5,6 (3,7)	2 - 16
TR _{médio} (ms)	Leitura	757,7 (290,9)	490,5 - 1645,7
	Contagem	760,1 (246,7)	468,8 - 1683,7
	Escolha	923,9 (245,2)	623,7 - 1724,2
	Alternância	1069,3 (263,5)	712,1 - 1803,4
Tempo total (s)	Leitura	37,9 (14,6)	24,5 - 82,3
	Contagem	38 (12,4)	23,4 - 84,2
	Escolha	46,1 (12,1)	31,2 - 86,2
	Alternância	52,7 (13,2)	33,1 - 86,6
Índice de Inibição	-	166,2 (213,0)	-468,7 - 802,8
Índice de Flexibilidade	-	311,6 (143,0)	-51,5 - 642,8

DP: Desvio-padrão. Mín: Valor mínimo obtido em cada parâmetro. Máx: Valor máximo obtido em cada parâmetro. TR: Médias dos tempos de reação obtidos em cada etapa do teste.

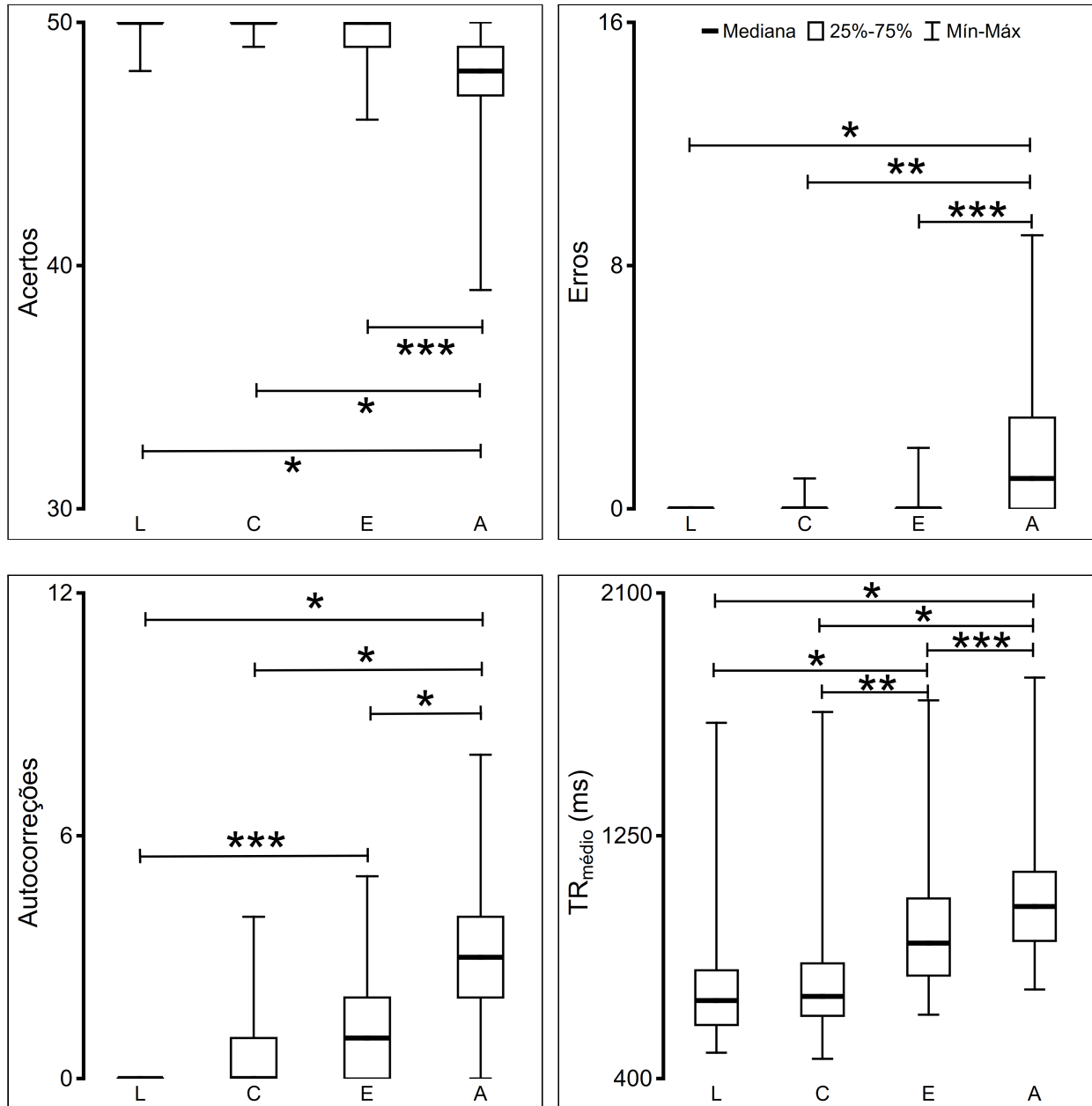


Figura 49. *Boxplots* dos acertos, dos erros, das autocorreções e dos Tempos de Reação médios (ms) obtidos por estudantes de EM ($n=29$) submetidos ao teste de Cinco Dígitos, para os quais foram demonstrados efeitos significativos da Etapa por meio do teste de Friedman (respectivamente $X^2(3) = 39,017$; $p < 0,001$; $X^2(3) = 39,658$; $p < 0,001$; $X^2(3) = 59,031$; $p < 0,001$; $X^2(3) = 59,524$; $p < 0,001$). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,05$. TR_{médio}: Médias dos tempos de reação obtidos em cada etapa do teste.

O teste de Wilcoxon mostrou um maior índice de flexibilidade entre os participantes do que de inibição ($Z = -4,033$; $p < 0,001$; Figura 50).

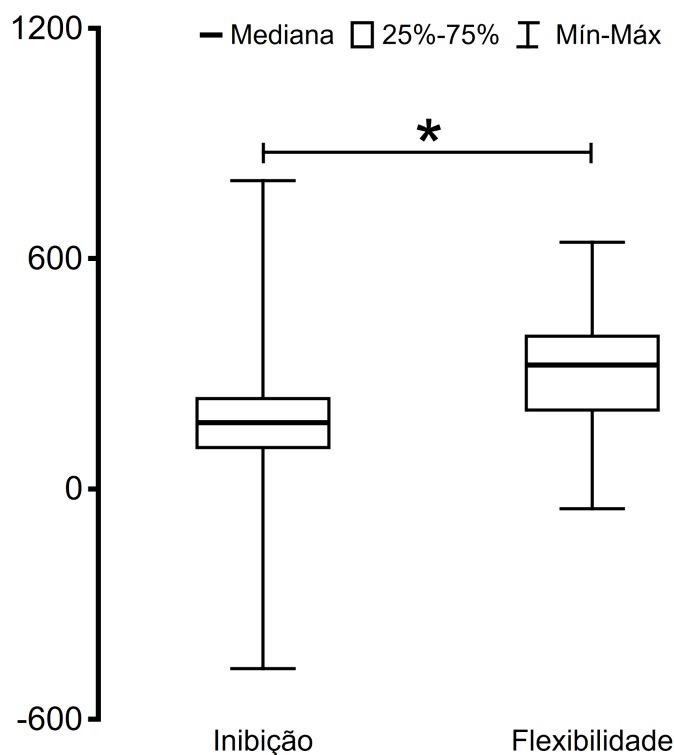


Figura 50. *Boxplots* dos índices de inibição e de flexibilidade calculados a partir da realização do FDT por estudantes de EM (n=29). * Teste de Wilcoxon ($Z = -4,033$; $p < 0,001$).

13.3 Resultados do ToL

Foram calculados o escore total obtido no ToL, os escores brutos e relativos para cada grau de dificuldade do ToL, relacionado ao número de movimentos necessários para a resolução de cada problema e ainda, foi computado o tempo gasto (em segundos) para a realização do teste, no total e em cada grau de dificuldade.

Os participantes obtiveram uma média de 29,2 pontos no teste de um máximo de 36 pontos possíveis (Tabela 13). Os escores relativos no ToL foram significativamente decrescentes em função do grau de dificuldade apresentado pelos problemas (Figura 51, $X^2(3) = 38,733$; $p < 0,001$), enquanto o tempo gasto para a resolução dos mesmos aumentou (Figura 51, $X^2(3) = 69,124$; $p < 0,001$). As comparações entre pares para esses parâmetros estão disponíveis na Figura 51. De forma similar, os escores brutos sofreram efeito do grau de dificuldade dos problemas ($X^2(3) = 62,242$; $p < 0,001$).

Tabela 13. Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste da Torre de Londres para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3.

Instrumento	Parâmetro comportamental	Média (DP)	Mín - Máx	Máximo possível
Teste da Torre de Londres (ToL)	Escore bruto total	29,2 (3,9)	20 - 35	36
	Escore bruto 2 mov.	5,8 (0,7)	3 - 6	6
	Escore bruto 3 mov.	5,4 (0,7)	3 - 6	6
	Escore bruto 4 mov.	9,6 (2,1)	4 - 12	12
	Escore bruto 5 mov.	8,5 (2,2)	4 - 12	12
	Escore relativo 2 mov. (%)	96,6 (10,4)	50 - 100	100
	Escore relativo 3 mov. (%)	89,1 (11,2)	50 - 100	100
	Escore relativo 4 mov. (%)	79,4 (17,5)	33,4 - 100	100
	Escore relativo 5 mov. (%)	70,7 (17,7)	33,4 - 100	100
	Tempo total gasto (s)	18,2 (5,2)	10,8 - 29,3	-
	Tempo gasto (s) 2 mov.	8,5 (3,2)	4,2 - 18,3	-
	Tempo gasto (s) 3 mov.	11,8 (3,8)	5,4 - 20,4	-
	Tempo gasto (s) 4 mov.	18 (5,2)	10,4 - 29,3	-
	Tempo gasto (s) 5 mov.	23,9 (8,7)	11,8 - 38	-

Mov.: Número de movimentos necessários para resolver cada problema do Teste da Torre de Londres. DP: Desvio-padrão. Mín: Valor mínimo obtido em cada parâmetro. Máx: Valor máximo obtido em cada parâmetro.

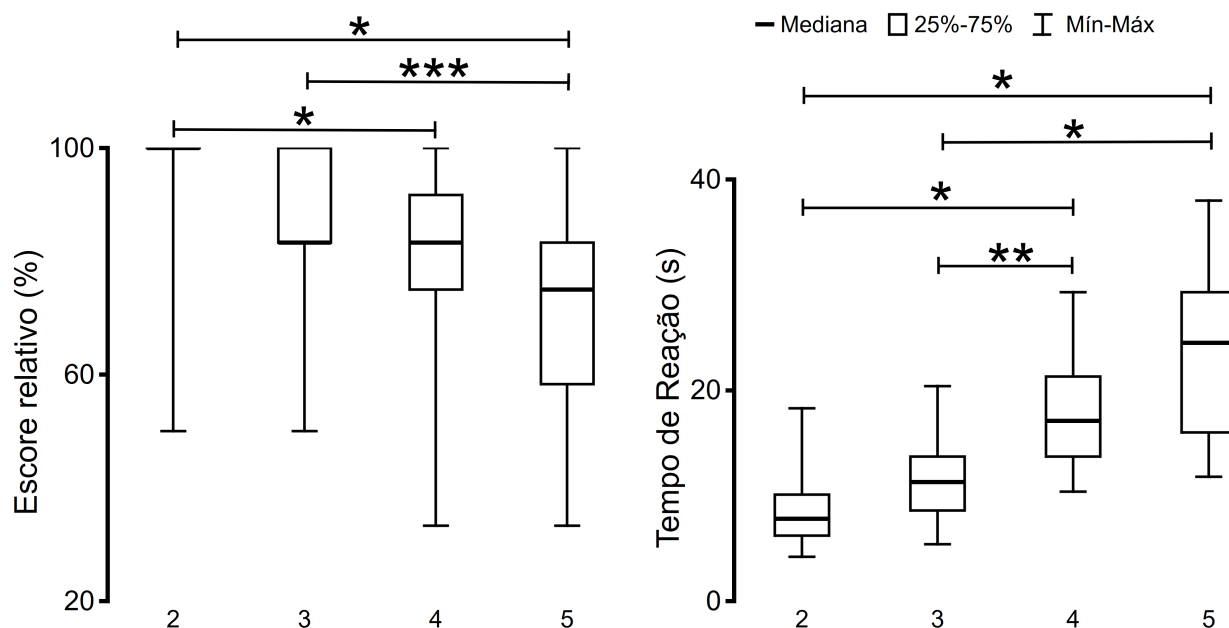


Figura 51. Boxplots de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores relativos (Teste de Friedman, $X^2(3) = 38,733$; $p < 0,001$) e ao tempo gasto em segundos (Teste de Friedman, $X^2(3) = 69,124$; $p < 0,001$) para a resolução dos problemas em função do seu grau de dificuldade (2, 3, 4 ou 5 movimentos) no Teste da Torre de Londres (ToL). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,05$.

13.4 Resultados do TEEV

A Tabela 14 retrata a estatística descritiva relativa aos escores brutos e relativos de MO, CI, FC, PL e total, bem como ao tempo total gasto, calculado por meio da soma do tempo dedicado à reorganização da ordem de realização das tarefas (tempo de planejamento) e do tempo de execução do jogo em si. Houve uma variação considerável entre os participantes para esses parâmetros, conforme demonstrado pelo desvio-padrão e pelos valores mínimo e máximo.

Foram realizadas comparações entre os escores relativos por meio do teste de Wilcoxon. De acordo com essa análise, os participantes obtiveram escores significativamente melhores nos itens que avaliavam o planejamento do que naqueles que avaliavam a MO ($Z = -4,138$; $p < 0,001$), o CI ($Z = -4,563$; $p < 0,05$) e a FC ($Z = -4,444$; $p < 0,001$). O desempenho relacionado à MO também foi significativamente superior ao relacionado à FC ($Z = -2,066$; $p < 0,05$), porém a MO não diferiu significativamente do CI ($Z = -0,165$; $p = 0,869$). Ainda, os participantes obtiveram melhores resultados para o CI do que para a FC ($Z = -2,164$; $p < 0,05$; Figura 52).

Tabela 14. Média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos parâmetros comportamentais analisados no Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV) para a amostra de participantes ($n=29$) da Etapa 3.

Instrumento	Parâmetro comportamental	Média (DP)	Mín - Máx	Máximo possível
Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV)	Escore bruto MO	2,1 (1,0)	0 - 4	4
	Escore bruto CI	7,3 (2,7)	3 - 13	14
	Escore bruto FC	4,9 (2,5)	1 - 10	12
	Escore bruto PL	17,7 (2,4)	14 - 22	22
	Escore bruto total	33,8 (5,4)	25 - 45	52
	Escore relativo MO	53,5 (25,7)	0 - 100	100
Escore relativo CI	52,5 (19,1)	21,5 - 92,9	100	
Escore relativo FC	40,6 (21,1)	8,4 - 83,4	100	
Escore relativo PL	80,6 (10,8)	63,7 - 100	100	
Escore relativo total	65,1 (10,4)	48,1 - 86,6	100	
	Tempo total (min)	28,2 (10,3)	8 - 50	-
	Tempo de planejamento (min)	3,3 (2,5)	0,2 - 9,4	-
	Tempo de execução (min)	25 (8,8)	7,2 - 41,3	-

CI: Controle inibitório. DP: Desvio-padrão. FC: Flexibilidade cognitiva. Máx: Valor máximo obtido em cada parâmetro. Mín: Valor mínimo obtido em cada parâmetro. MO: Memória operacional. PL: Planejamento.

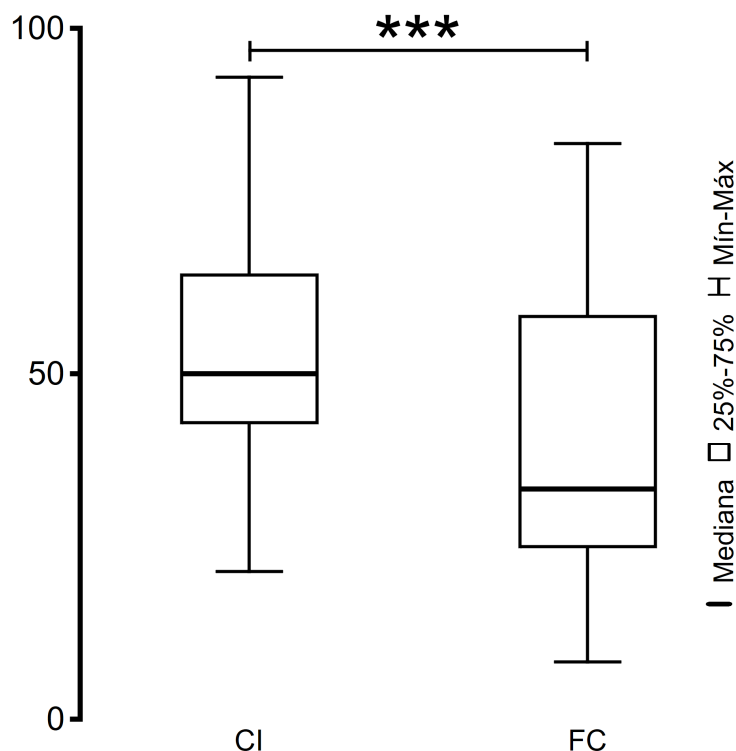


Figura 52. *Boxplots* de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores relativos obtidos nos construtos de controle inibitório (CI) e flexibilidade cognitiva (FC). As comparações foram feitas pelo teste de Wilcoxon ($Z = -2,164$, $p < 0,05$).

Os resultados dos escores obtidos nas tarefas, tarefas ocultas e regras foram ordenados de forma decrescente (Tabela 15). A ordenação permitiu classificá-los em cinco categorias de acordo com o grau de dificuldade que a execução do item apresentou para o grupo de participantes. O item foi incluído na categoria “Muito fácil” quando mais de 75% dos participantes obtiveram escore 2; “Fácil”, quando mais de 50% (e menos que 75%) dos participantes obtiveram escore 2; “Muito difícil”, quando mais de 75% dos participantes obtiveram escore 0 e “Difícil”, quando mais de 50% (e menos que 75%) obtiveram escore 0. Os demais itens foram incluídos na categoria “Moderado”. Os critérios adotados para a classificação e o número de itens em cada categoria estão disponíveis na Tabela 16. Nenhum participante realizou anotações sobre a localização dos livros, portanto a regra de número 7 foi a que apresentou a maior média de escore.

Os resultados demonstraram uma distribuição uniforme entre os graus de dificuldade considerando-se os itens como um todo, com exceção do grau “muito difícil”, para o qual houve apenas uma ocorrência correspondente à regra de nº 11 (“Não conversar nem jogar no celular antes da barra de cansaço chegar ao nível crítico”). No entanto, as tarefas ocultas e as demais tarefas não apresentaram nenhum item de alta dificuldade, estando estes todos localizados entre as regras.

Tabela 15. Média, desvio-padrão (DP) e valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) dos parâmetros comportamentais analisados no Teste Executivo Ecológico Virtual (TEEV) para a amostra de participantes (n=29) da Etapa 3. Os resultados dos escores obtidos nas tarefas (T), tarefas ocultas (TO) e regras (R) estão apresentados em ordem decrescente.

Tipo de item	C	Item	Frequência relativa de participantes por escore (%)			Média (DP)	Mín-Máx	Grau de dificuldade
			2	1	0			
Tarefa oculta	MC	TO 3	75,9	24,1	0,0	1,8 (0,5)	1 - 2	Muito fácil
	FC	TO 2	51,7	44,8	3,4	1,5 (0,6)	0 - 2	Fácil
	MO	TO 4	41,4	55,2	3,4	1,4 (0,6)	0 - 2	Moderado
	PL	TO 1	27,6	41,4	31,0	1,0 (0,8)	0 - 2	Moderado
Tarefa	PL	T 1	96,6	3,4	0,0	2,0 (0,2)	1 - 2	Muito fácil
	PL	T 10	96,6	3,4	0,0	2,0 (0,2)	1 - 2	Muito fácil
	PL	T 2	75,9	24,1	0,0	1,8 (0,5)	1 - 2	Muito fácil
	PL	T 11	72,4	20,7	6,9	1,7 (0,7)	0 - 2	Fácil
	PL	T 4	69,0	31,0	0,0	1,7 (0,5)	1 - 2	Fácil
	PL	T 7	65,5	34,5	0,0	1,7 (0,5)	1 - 2	Fácil
	PL	T 5	55,2	44,8	0,0	1,6 (0,6)	1 - 2	Fácil
	CI	T 9	51,7	10,3	37,9	1,2 (1,0)	0 - 2	Fácil
	FC	T 8	27,6	41,4	31,0	1,0 (0,8)	0 - 2	Moderado
	MO	T 6	24,1	27,6	48,3	0,8 (0,9)	0 - 2	Moderado
Regra	CI	R 7	100,0	0,0	0,0	2,0 (0,0)	2 - 2	Muito fácil
	PL	R 1	86,2	6,9	6,9	1,8 (0,6)	0 - 2	Muito fácil
	CI	R 4	75,9	6,9	17,2	1,6 (0,8)	0 - 2	Muito fácil
	PL	R 2	65,5	17,2	17,2	1,5 (0,8)	0 - 2	Fácil
	PL	R 3	55,2	13,8	31,0	1,3 (1,0)	0 - 2	Fácil
	CI	R 8	41,4	13,8	44,8	1,0 (1,0)	0 - 2	Moderado
	CI	R 5	34,5	27,6	37,9	1,0 (0,9)	0 - 2	Moderado
	FC	R 12	13,8	34,5	51,7	0,7 (0,8)	0 - 2	Difícil
	FC	R 13	13,8	34,5	51,7	0,7 (0,8)	0 - 2	Difícil
	FC	R 10	17,2	24,1	58,6	0,6 (0,8)	0 - 2	Difícil
	FC	R 9	17,2	24,1	58,6	0,6 (0,8)	0 - 2	Difícil
	CI	R 6	10,3	27,6	62,1	0,5 (0,7)	0 - 2	Difícil
	CI	R 11	6,9	6,9	86,2	0,3 (0,6)	0 - 2	Muito difícil

C: Construto possivelmente mensurado pelo item. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. MC: Memória de curto-prazo. MO: Memória operacional. PL: Planejamento.

Os estudantes obtiveram escores significativamente maiores na tarefa oculta 3 (TO3: “Responder corretamente à pergunta sobre a localização dos livros ao final do jogo [em ordem direta]”) do que na tarefa oculta 4 (TO4: “Responder corretamente à pergunta

sobre os nomes dos subtemas ao final do jogo [em ordem inversa]”; Teste de Wilcoxon; $Z = -3,051$, $p < 0,01$; Figura 53) do que na tarefa 6 (T6: “Pesquisar no computador da biblioteca as localizações dos livros nas estantes e memorizá-las.”; Teste de Wilcoxon; $Z = -3,938$, $p < 0,001$; Figura 53) e do que no escore relativo de MO (Teste de Wilcoxon; $Z = -4,705$, $p < 0,001$).

Tabela 16. Critérios utilizados para classificar os itens do TEEV de acordo com o seu grau de dificuldade, com base nos resultados de frequência relativa (FR) de participantes ($n=29$) em cada escore; e número de itens por grau de dificuldade, tipo do item e construto possivelmente mensurado pelo item.

Grau de dificuldade	Critério	Nº de itens por grau de dificuldade							
		TO	T	R	MO	CI	FC	PL	Total
Muito fácil	FR > 75% no escore 2	1	3	3	0	2	0	4	7
Fácil	FR > 50% no escore 2	1	5	2	0	1	1	6	8
Moderado	Demais itens	2	2	2	2	2	1	1	6
Difícil	FR > 50% no escore 0	0	0	5	0	1	4	0	5
Muito difícil	FR > 75% no escore 0	0	0	1	0	1	0	0	1

CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. MO: Memória operacional. PL: Planejamento. T: Tarefa. TO: Tarefa oculta. R: Regra.

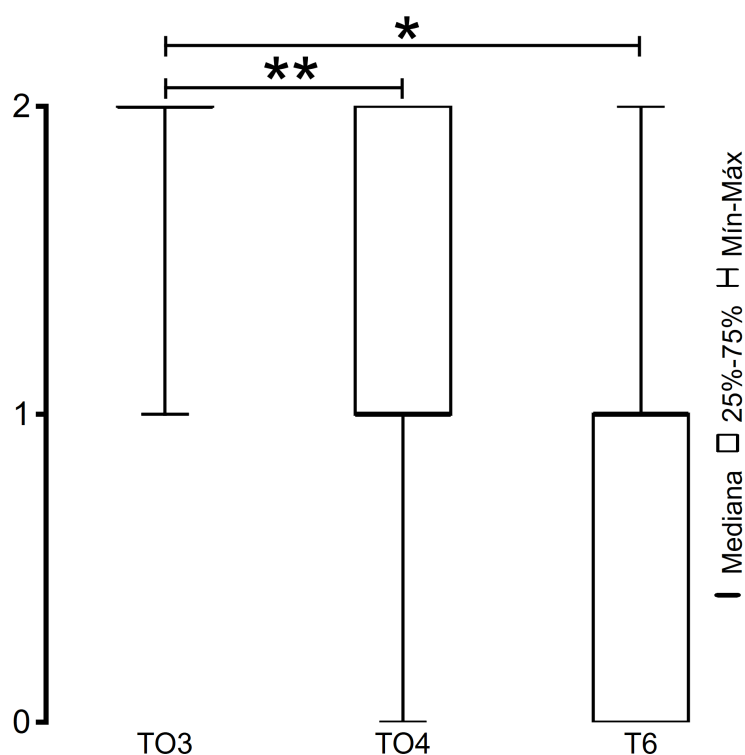


Figura 53. Boxplots de desempenho de estudantes de EM ($n=29$) em relação aos escores obtidos na tarefa oculta 2 (TO3), na tarefa oculta 4 (TO4) e na tarefa 6 (T6). As comparações foram feitas pelo teste de Wilcoxon: TO3 > TO4 ($Z = -3,051$, $p < 0,01$); TO3 > T6 ($Z = -3,938$, $p < 0,001$).

O teste de Friedman mostrou uma diferença significativa entre os escores obtidos pelos estudantes na tarefa oculta 1 (TO1: “Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização”) e nas tarefas 1 e 4 (T1: “Pegar a sua mochila na sala de aula” e T4: “Imprimir os textos digitais, usando o computador da biblioteca”; $X^2(2) = 25,662$; $p < 0,001$; Figura 54). Especificamente, os escores foram menores em TO1 do que em T1 ($p < 0,001$) e do que em T4 ($p < 0,05$), de acordo com os testes *post-hoc* de Dunn-Bonferroni.

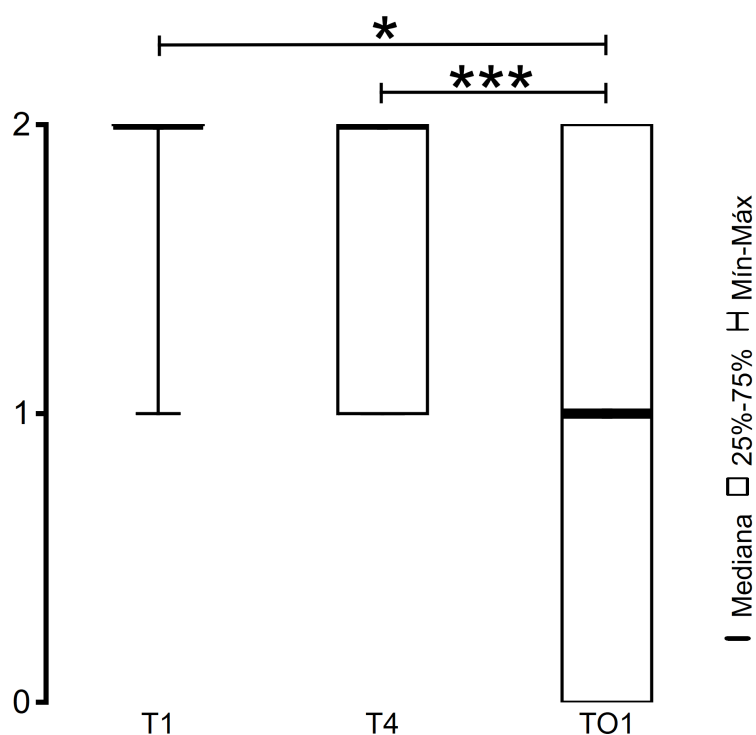


Figura 54. Boxplots de desempenho de estudantes de EM (n=29) em relação aos escores obtidos na tarefa 1 (T1), na tarefa 4 (T4) e na tarefa oculta 1 (TO1). As comparações foram feitas pelo teste de Friedman ($X^2(2) = 25,662$; $p < 0,001$). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * $p < 0,001$; *** $p < 0,05$.

No intuito de analisar os resultados individuais dos participantes, foram calculados z-scores a partir dos escores relativos de MO, CI, FC, planejamento e total nas faixas de nenhum, 1 ou 2 desvios-padrão acima ou abaixo da média. Assim, foram computadas o total de dificuldades e de potencialidades apresentadas para cada indivíduo, bem como o total de participantes com dificuldades e com potencialidades em cada construto (Tabela 17).

O teste de Wilcoxon demonstrou que o tempo gasto na ordenação das tarefas foi significativamente menor do que o utilizado na execução do jogo (Figura 55; $Z = -4,703$,

$p < 0,001$). Os participantes foram então distribuídos em três grupos de acordo com a qualidade da ordenação das tarefas, verificada por meio do escore obtido na tarefa oculta 1: qualidade alta (A, $n = 8$), qualidade média (M, $n = 12$) ou nenhuma reordenação (N, $n = 9$).

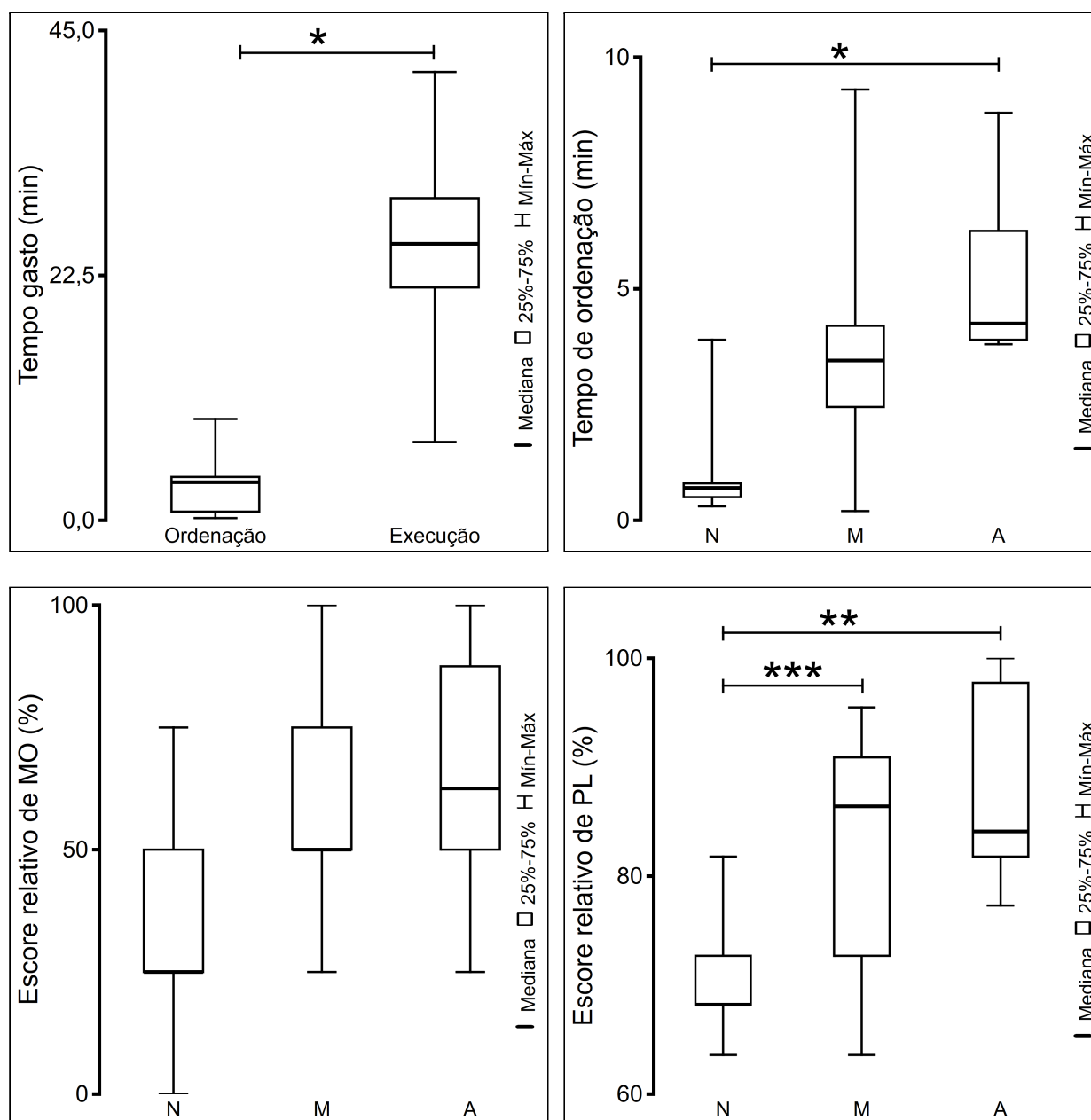


Figura 55. Boxplots do desempenho de estudantes no TEEV ($n = 29$) em relação à diferença entre o tempo gasto na ordenação das tarefas e na execução do jogo (Teste de Wilcoxon, $Z = -4,703$, $p < 0,001$) e ao efeito da qualidade da ordenação das tarefas sobre o tempo gasto na ordenação das tarefas (Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 14,386$; $p < 0,001$) e sobre os escores relativos de memória operacional (MO; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 6,094$; $p < 0,05$) e planejamento (PL; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 11,174$; $p < 0,01$). As comparações por pares foram feitas pelo teste *post hoc* de Dunn-Bonferroni, com os valores de significância de * $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,05$. Os participantes foram divididos em três grupos, com alta (A, $n = 8$) ou média qualidade (M, $n = 12$) na ordenação das tarefas ou em que não houve reordenação (N, $n = 9$).

Tabela 17. Z-scores individuais dos participantes no TEEV (n= 29) em função do construto avaliado.

ID	MO	CI	FC	PL	Total	TDI	TPI
001	↓	-	-	↓	-	2	0
002	-	-	-	-	-	0	0
003	-	-	-	-	-	0	0
004	-	↓	↓	↓	↓	4	0
005	-	↓	↓	-	↓	3	0
006	-	-	-	-	-	0	0
007	-	-	-	↑	↑	0	2
008	-	↓	-	-	-	1	0
009	-	-	↓	-	↓	2	0
010	-	-	-	↑	-	0	1
011	-	-	-	-	-	0	0
012	↑	↑	-	-	↑	0	3
013	-	-	-	-	-	0	0
014	↓	-	↑	-	-	1	1
015	↓	-	↑	↓	-	2	1
016	-	-	↓	↓	-	2	0
017	-	↑	-	↑	↑	0	3
018	↑	-	↑	↑	↑	0	4
019	↓	-	-	-	-	1	0
020	-	-	-	-	-	0	0
021	↓↓	↓	↑	↓	↓	4	1
022	↓	-	↓	-	↓	3	0
023	-	↑↑	-	-	↑↑	0	2
024	↓	-	↑↑	↓	-	2	1
025	-	-	-	-	-	0	0
026	-	↓	-	↓	↓	3	0
027	-	-	-	-	-	0	0
028	↑	-	↑	-	↑	0	3
029	↓	-	-	-	-	1	0
TPD	8	5	5	7	6		
TPP	3	3	6	4	6		

↑↑: z-score de 2 desvios-padrões acima da média. ↑: z-score de 1 desvio-padrão acima da média. ↓: z-score de 1 desvio-padrão abaixo da média. ↓↓: z-score de 2 desvios padrões abaixo da média. -: z-score dentro dos limites de 1 desvio-padrão acima ou abaixo da média. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. MO: Memória operacional. PL: Planejamento. TDI: Total de dificuldades individuais. TPI: Total de potencialidades individuais. TPD: Total de participantes com dificuldades. TPP: Total de participantes com potencialidades.

Assim, o teste de Kruskal-Wallis permitiu encontrar um efeito da qualidade de ordenação sobre o escore relativo de planejamento (Figura 55; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 11,174$; $p < 0,01$) e sobre o tempo gasto na ordenação das tarefas (Figura 55; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 14,386$; $p < 0,001$). As comparações por pares feitas pelo teste

post hoc de Dunn-Bonferroni demonstraram que o grupo de participantes que não reordenou as tarefas gastou significativamente menos tempo na ordenação do que o grupo com alta qualidade ($p < 0,001$), bem como obteve um desempenho significativamente menor no escore relativo de planejamento do que os grupos com qualidades de ordenação média ($p < 0,05$) e alta ($p < 0,01$). Apesar de ter sido demonstrado um efeito da qualidade de ordenação no escore relativo de MO (Figura 55; Teste de Kruskal-Wallis; $X^2(2) = 6,094$; $p < 0,05$), nenhuma das comparações entre pares foi significativa para esse parâmetro.

Não foi observado efeito da qualidade de ordenação das tarefas, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, para os escores relativos de CI ($X^2(2) = 0,838$; $p > 0,05$), de FC ($X^2(2) = 2,334$; $p > 0,05$), total ($X^2(2) = 2,052$; $p > 0,05$) e nem para o tempo total gasto no TEEV ($X^2(2) = 3,965$; $p > 0,05$) ou para o tempo gasto apenas na execução do jogo, descontando-se o tempo utilizado na ordenação ($X^2(2) = 2,726$; $p > 0,05$).

Foi calculado o coeficiente de alfa de Cronbach (Cronbach, 1951; Tabela 18) utilizando-se os itens separados por construto e considerando-se todo o instrumento (todos os itens). Os resultados demonstraram valores mais elevados para o instrumento como um todo, para o CI e a FC, porém baixos para a MO e para o planejamento.

Tabela 18. Resultados do coeficiente de alfa de Cronbach por construto avaliado e considerando-se todo o instrumento (todos os itens).

Construto	Nº de itens	Alfa de Cronbach
MO	2	0,089
CI	7	0,518
FC	6	0,599
PL	11	0,375
FE	27	0,603

Foram realizados testes de correlação bivariada de Spearman para verificar as possíveis associações entre o TEEV, o teste de Dígitos, o FDT, o ToL e o BRIEF. Foram observadas correlações positivas significativas entre o escore total relativo no TEEV e DIOD ($\rho = 0,480$, $p < 0,01$), DIOI ($\rho = 0,459$, $p < 0,05$), UDIOD ($\rho = 0,372$, $p < 0,05$) e DI ($\rho = 0,530$, $p < 0,05$), bem como entre o escore relativo em CI e DIOI ($\rho = 0,400$, $p < 0,05$), conforme indicado pela Tabela 19. Apenas a correlação entre o escore total no TEEV e o DI é moderada, enquanto as demais são fracas.

Tabela 19. Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste de Dígitos (colunas) e do TEEV (linhas).

	DIOD	DIOI	UDIOD	UDIOI	DI
MO Relativo	0,196	0,340	0,228	0,268	0,315
CI Relativo	0,288	<i>0,400</i>	0,167	0,276	0,359
FC Relativo	0,364	0,176	0,311	0,088	0,290
PL Relativo	0,234	0,351	0,175	0,225	0,353
Total Relativo	0,480	<i>0,459</i>	<i>0,372</i>	0,266	0,530
Tempo	-0,168	-0,111	-0,207	-0,057	-0,161
Tempo de Ordenação	0,034	0,122	-0,084	-0,018	0,104
Tempo de Execução	-0,146	-0,122	-0,186	-0,029	-0,160

Células vermelhas: correlação fraca. Células amarelas: correlação moderada. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. Itálico: Correlação significativa ao nível de $p < 0,05$. MO: Memória operacional. Negrito: Correlação significativa ao nível de $p < 0,01$. PL: Planejamento.

As correlações entre o TEEV e o FDT estão disponíveis na Tabela 20. O escore relativo de MO medido no TEEV correlacionou-se negativamente com os acertos ($\rho = -0,480$, $p < 0,05$) e positivamente com os erros de omissão ($\rho = 0,408$, $p < 0,01$) da etapa de contagem do FDT. Foi encontrada uma correlação fraca e negativa entre o escore relativo de CI e o TR na etapa de alternância ($\rho = -0,377$, $p < 0,01$). O escore relativo de FC correlacionou-se positivamente com os acertos da etapa de alternância ($\rho = 0,428$, $p < 0,01$) e com os erros de omissão da etapa de contagem ($\rho = 0,436$, $p < 0,01$). Foi observada uma correlação negativa e fraca entre o escore de planejamento e os erros de omissão da etapa de contagem ($\rho = -0,386$, $p < 0,01$). Em relação aos parâmetros de tempo do TEEV, foram encontradas correlações entre o tempo total e os acertos ($\rho = -0,463$, $p < 0,01$) e os erros ($\rho = 0,590$, $p < 0,05$) da etapa de alternância, bem como entre o tempo de ordenação, as autocorreções da etapa de leitura ($\rho = 0,374$, $p < 0,01$) e o índice de inibição ($\rho = -0,491$, $p < 0,05$) e ainda, entre o tempo de execução e os acertos ($\rho = -0,473$, $p < 0,05$) e os erros ($\rho = 0,621$, $p < 0,05$) da etapa de alternância.

Tabela 20. Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste de Cinco Dígitos (FDT, colunas) e do TEEV (linhas).

	Acertos			Erros			Erros de Omissão			Autocorreções			TR				Inibição	Flexibilidade		
	L	C	E	A	C	E	A	L	C	E	A	L	C	E	A					
MO Relativo	0,330	0,480	0,263	-0,121	-0,236	-0,157	0,134	-0,330	-0,408	-0,236	-0,040	-0,224	0,056	0,003	-0,001	-0,045	0,084	0,181	0,065	0,234
CI Relativo	0,297	-0,055	0,249	0,227	0,160	-0,258	-0,250	-0,297	-0,049	-0,023	-0,227	-0,090	0,039	-0,124	-0,298	-0,189	-0,311	-0,377	0,025	-0,163
FC Relativo	-0,285	-0,281	-0,191	0,428	-0,137	0,084	-0,343	0,285	0,436	0,228	-0,156	0,057	0,103	-0,052	0,129	0,195	-0,135	-0,143	-0,160	-0,163
PL Relativo	0,308	0,314	0,055	-0,147	0,011	0,008	0,057	-0,308	-0,386	-0,126	0,032	-0,156	-0,061	-0,224	0,239	0,147	0,102	0,068	-0,088	-0,257
Total Relativo	0,273	0,075	0,036	0,240	0,011	-0,045	-0,229	-0,273	-0,098	0,011	-0,195	-0,123	0,068	-0,168	0,019	0,049	-0,189	-0,187	-0,134	-0,217
Tempo	0,226	0,149	0,086	-0,463	-0,158	0,054	0,590	-0,226	-0,065	-0,272	0,015	0,192	-0,310	-0,137	0,099	-0,006	-0,151	0,064	-0,300	0,022
Tempo de Ordenação	0,283	0,257	-0,109	-0,231	-0,237	0,224	0,312	-0,283	-0,138	-0,192	0,007	0,163	-0,231	-0,266	0,374	0,182	-0,011	0,133	-0,491	-0,288
Tempo de Execução	0,226	0,122	0,072	-0,473	-0,113	0,069	0,621	-0,226	-0,065	-0,271	-0,008	0,147	-0,272	-0,049	0,065	0,008	-0,119	0,085	-0,201	0,087

Células vermelhas: correlação fraca. Células amarelas: correlação moderada. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. Itálico: Correlação significativa ao nível de $p < 0,05$. MO: Memória operacional. Negrito: Correlação significativa ao nível de $p < 0,01$. PL: Planejamento.

As correlações entre o TEEV e o ToL estão disponíveis na Tabela 21. O escore relativo de MO medido no TEEV correlacionou-se positivamente com o escore total ($\rho = 0,413$, $p < 0,05$) e com o escore relativo no grau de dificuldade 5 ($\rho = 0,395$, $p < 0,05$) do ToL. Também foram encontradas correlações positivas entre o escore relativo de CI, o escore total no ToL ($\rho = 0,428$, $p < 0,05$) e os escores relativos nos graus de dificuldade 2 ($\rho = 0,442$, $p < 0,05$) e 4 ($\rho = 0,416$, $p < 0,05$). O escore relativo de FC correlacionou-se positivamente com o escore relativo 5 ($\rho = 0,383$, $p < 0,05$) e negativamente com o TR nos itens com grau de dificuldade 3 ($\rho = -0,402$, $p < 0,05$). Foram observadas correlações positivas entre o escore de planejamento e os escores total ($\rho = 0,431$, $p < 0,05$) e relativo 5 ($\rho = 0,385$, $p < 0,05$). O escore total no TEEV correlacionou-se moderada e positivamente com o escore total no ToL ($\rho = 0,520$, $p < 0,01$), bem como com o escore relativo 5 ($\rho = 0,549$, $p < 0,01$). Além disso, o TR total no ToL e o TR no grau de dificuldade 5 se correlacionaram positiva e significativamente com os tempos total (respectivamente, $\rho = 0,461$, $p < 0,05$ e $\rho = 0,462$, $p < 0,05$), de ordenação (respectivamente, $\rho = 0,423$, $p < 0,05$ e $\rho = 0,515$, $p < 0,01$) e de execução no TEEV (respectivamente, $\rho = 0,433$, $p < 0,05$ e $\rho = 0,413$, $p < 0,05$).

Tabela 21. Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os parâmetros comportamentais do teste da Torre de Londres (ToL, colunas) e do TEEV (linhas).

	Escore Total	Escore Relativo (ToL)					TR (ToL)				
		2	3	4	5	Total	2	3	4	5	
MO Relativo	0,413	0,314	0,331	0,092	0,395	0,192	-0,059	0,104	0,260	0,211	
CI Relativo	0,428	0,442	0,149	0,416	0,219	0,176	-0,023	-0,058	0,151	0,181	
FC Relativo	0,093	-0,198	-0,236	-0,104	0,383	-0,243	-0,176	-0,402	-0,031	-0,209	
PL Relativo	0,431	0,150	0,162	0,255	0,385	0,312	0,208	0,189	0,350	0,326	
Total Relativo	0,520	0,260	0,168	0,247	0,549	0,140	-0,079	-0,115	0,234	0,194	
Tempo	0,001	0,148	0,074	0,009	-0,078	0,461	-0,156	0,274	0,284	0,462	
Tempo de Ordenação	0,318	0,132	0,144	0,122	0,327	0,423	-0,045	0,300	0,212	0,515	
Tempo de Execução	-0,039	0,118	0,026	0,022	-0,134	0,433	-0,137	0,241	0,316	0,413	

Células vermelhas: correlação fraca. Células amarelas: correlação moderada. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. Itálico: Correlação significativa ao nível de $p < 0,05$. MO: Memória operacional. Negrito: Correlação significativa ao nível de $p < 0,01$. PL: Planejamento.

Por fim, disponibilizaram-se as correlações entre o TEEV e o BRIEF na Tabela 22. Foram observadas correlações significativas entre o escore relativo de CI no TEEV e o escore no item 9 no BRIEF ($\rho = 0,379$, $p < 0,05$); o escore relativo de FC e o item 3 do BRIEF ($\rho = -0,446$, $p < 0,05$) e o escore de planejamento e o item 5 ($\rho = 0,385$, $p < 0,05$). O tempo total gasto no TEEV e o tempo utilizado apenas para a execução do jogo, excluindo-se o tempo de ordenação das tarefas, correlacionaram-se negativamente com os itens 2 (respectivamente, $\rho = -0,500$, $p < 0,01$ e $\rho = -0,526$, $p < 0,01$) e 12 (respectivamente, $\rho = -0,551$, $p < 0,01$ e $\rho = -0,539$, $p < 0,01$) do BRIEF.

Tabela 22. Valores dos coeficientes de correlação bivariada de Spearman (ρ) entre os escores do BRIEF (colunas), por item e total, e os parâmetros comportamentais do TEEV (linhas).

	Escore por item												Escore total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MO Relativo	-0,089	0,037	0,114	-0,202	-0,168	-0,138	-0,114	0,178	-0,102	-0,234	-0,232	-0,115	-0,058
CI Relativo	-0,151	-0,221	0,143	-0,058	-0,154	-0,144	0,218	-0,019	0,379	-0,017	-0,099	0,059	-0,040
FC Relativo	0,079	0,036	-0,446	-0,116	-0,050	0,089	0,064	-0,225	0,250	-0,045	0,305	0,203	-0,041
PL Relativo	0,069	0,099	0,107	-0,094	-0,428	-0,280	-0,041	0,077	0,197	-0,258	-0,275	0,044	-0,125
Total Relativo	-0,004	-0,022	-0,143	-0,183	-0,234	-0,180	0,070	-0,038	0,339	-0,106	-0,098	0,149	-0,081
Tempo	-0,149	-0,500	0,085	-0,103	-0,055	-0,121	0,055	-0,063	-0,050	0,106	-0,057	-0,551	-0,225
Tempo de Ordenação	0,048	-0,214	0,114	-0,210	-0,225	-0,187	0,072	0,091	-0,023	0,047	-0,028	-0,283	-0,176
Tempo de Execução	-0,213	-0,526	0,098	-0,073	-0,028	-0,136	0,062	-0,124	-0,076	0,089	-0,096	-0,539	-0,241

Células vermelhas: correlação fraca. Células amarelas: correlação moderada. CI: Controle inibitório. FC: Flexibilidade cognitiva. Itálico: Correlação significativa ao nível de $p < 0,05$. MO: Memória operacional. Negrito: Correlação significativa ao nível de $p < 0,01$. PL: Planejamento.

14 DISCUSSÃO – ETAPA 3

Os instrumentos de rastreio utilizados na pesquisa foram o BRIEF e a WASI. O primeiro, tem como objetivo identificar de forma eficiente dificuldades nas FE que possam ser avaliadas de forma mais detalhada posteriormente (Gioia, 2015) e o segundo para verificar um possível rebaixamento intelectual que pudesse impedir a realização do estudo. Neste trabalho, o BRIEF também foi utilizado como uma medida ecológica do funcionamento executivo. Os escores brutos no BRIEF para o grupo de participantes qualificou-se entre mediano e elevado, considerando-se o máximo valor possível e as normas americanas. A ausência de normas brasileiras, no entanto, dificulta a interpretação dos resultados, embora estes tenham deixado evidente que os participantes apresentavam algumas dificuldades no funcionamento executivo cotidiano, de acordo com as suas auto-avaliações.

Em relação aos resultados obtidos na WASI, embora a maioria dos participantes tenha apresentado valores dentro da normalidade para o QI, uma estudante apresentou classificação cujo valor é considerado na literatura como limítrofe (Gioia, 2015; Zuchinali, 2021). Os resultados da participante indicaram uma possível discrepância verbal-execução em nível significativo ao serem confrontados com o manual, porém não há possibilidade de confirmação em função de ter sido administrada a forma de dois subtestes da WASI, que não fornece informações sobre os QI verbal e de execução separadamente, mas apenas o QIT-2 (Gioia, 2015). Apesar de não ter sido descartada a suspeita de rebaixamento intelectual em função do baixo valor do escore T no subteste de raciocínio matricial, o desempenho da estudante nos demais instrumentos não apresentou prejuízos severos, incluindo o subteste de vocabulário da WASI, e tomou-se a decisão de não excluir nenhum dos participantes da amostra.

Estudos que levantaram dados normativos quanto à média de desempenho da população brasileira no Teste de Dígitos mostraram que, em várias faixas etárias, incluindo a adolescência, há um melhor desempenho comportamental na ordem direta do que na ordem inversa, o que é descrito tanto pelos escores brutos quanto pelas maiores sequências de dígitos na ordem direta (Figueiredo; Nascimento, 2007; Zimmermann, 2015). Além de utilizar a memória de curto prazo para memorizar a sequência numérica, o indivíduo precisa, na ordem inversa, manipular a informação para poder reorganizar a

ordem, tornando essa última atividade mais complexa, o que pode explicar a tendência de maior facilidade na ordem direta (Figueiredo; Nascimento, 2007).

No estudo de adaptação, validação e normatização brasileira do WISC-III realizado por Figueiredo e Nascimento (2007), foram encontradas discrepâncias de dois dígitos entre os escores brutos na ordem direta e na ordem inversa tanto na faixa etária de 14 a 16 anos (avaliada pela WISC-III), bem como nas faixas etárias de 16 a 17 e de 18 a 19 anos (avaliadas pela WAIS-III). Tanto esses resultados, quanto os valores das maiores sequências de dígitos memorizados em ambas as etapas encontrados por Figueiredo e Nascimento (2007), foram semelhantes aos encontrados entre os participantes desta pesquisa. No presente estudo, ambos os escores na ordem direta (DIOD e UDIOD) dos participantes foram significativamente menores que aqueles obtidos na ordem inversa (DIOI e UDIOI), o que pode estar relacionado ao recrutamento da MO na segunda etapa do teste e conseqüentemente, ao aumento da demanda por controle executivo, o que não ocorre na primeira etapa.

No FDT, foram observados valores elevados nas médias dos números de acertos nas diferentes etapas, apesar de eles serem significativamente diferentes entre si. Também foram observados efeitos das etapas do teste em relação aos erros, erros de omissão, autocorreções e TR. Embora os erros de omissão tenham apresentado esse efeito, as comparações entre pares não foram significativas, o que pode ser explicado tanto por um provável efeito pequeno, quanto pelo fato de os testes *post hoc* serem mais conservadores ao serem corrigidos para múltiplas comparações.

Resultados similares foram observados em relação ao grupo controle de um estudo realizado com crianças brasileiras hígdas e com TDAH para os parâmetros de acertos, erros, erros de omissão e autocorreções (Garrido, 2019). No referido estudo, no entanto, não foram observadas diferenças dentro do grupo controle nos acertos e nos erros entre as etapas de escolha e alternância, tampouco em nenhuma etapa em relação ao TR. Contudo, os métodos utilizados para o cálculo do TR por Garrido (2019), foram diferentes dos utilizados no presente estudo.

Ciprano (2020) conduziu estudo comparativo dos resultados no FDT em três grupos compostos por participantes de diferentes faixas etárias (crianças, jovens e adultos). Os resultados obtidos no grupo de jovens com média de 19 anos de idade foram ao encontro do que foi observado no presente estudo, inclusive em relação ao TR. Excetua-se apenas a diferença observada em nossos resultados entre os TR das etapas de leitura e de escolha, que não foi encontrada pela autora (Cipriano, 2020).

O padrão encontrado no presente estudo e nos demais citados pode ser explicado pela afirmação do autor do instrumento a respeito das etapas de leitura e contagem recrutarem apenas processos automáticos, incluindo a velocidade de processamento, enquanto as outras duas exigem o uso de processos controlados (Sedó, 2004). Na etapa de escolha do FDT, o indivíduo avaliado precisa focalizar sua atenção em um dos aspectos dos estímulos apresentados (a quantidade de dígitos), enquanto inibe a leitura dos números apresentados, o que recruta o CI; por sua vez, na etapa de alternância, além do processo de inibição necessário, o indivíduo precisa alternar a regra a ser seguida em decorrência de um estímulo adicional ao qual deve ficar atento — a borda em volta do quadrante de estímulos (Campos, 2016; Sedó, 2004).

Oliveira e colaboradores (2014), realizaram uma análise fatorial exploratória do FDT e a partir dos resultados encontrados sugeriram uma estrutura relacionada à velocidade de processamento e erros em processos atencionais automáticos (nas etapas de leitura e contagem) e controlados (nas etapas de escolha e alternância). Outra análise fatorial exploratória realizada por Magalhães (2013), utilizando o FDT e outras medidas de FE apontou que os índices de inibição e de flexibilidade estão relacionados ao fator “controle de interferência”.

Portanto, os resultados no FDT indicaram que os participantes tiveram maior dificuldade quando foram solicitados a alternar a regra da tarefa (etapa de alternância) do que quando precisavam apenas inibir a leitura dos números para priorizar a sua contagem (etapa de escolha), conforme indicado pelos parâmetros de acertos, erros, autocorreções, TR e pela comparação entre os índices de inibição e flexibilidade. A dificuldade observada foi menor quando o processamento necessário era automático (etapas de leitura e de contagem).

Em relação ao CI, avaliado por meio da etapa de escolha, houve aumento no número de autocorreções em comparação com a etapa de leitura, sem aumento significativo, no entanto, na ocorrência de erros. Também foi verificado um aumento necessário no tempo para executar a tarefa em comparação com as etapas de leitura e de contagem. Por sua vez, no que concerne à FC, avaliada a partir dos resultados da etapa de alternância, os prejuízos descritos resultaram em um maior número de erros, de autocorreções e de tempo necessário para realizar a tarefa solicitada, em comparação a todas as outras etapas. Esses resultados indicam que apesar de terem prejuízos na velocidade de processamento, os estudantes conseguiram se autocorriger quando o

processo cognitivo exigido era o CI, mas não quando a tarefa recrutava a FC, o que resultou em um maior número de erros nessa condição.

Essa interpretação é evidenciada pelo fato de os resultados do índice de flexibilidade terem sido significativamente maiores do que os de inibição entre os participantes. Quanto maiores os valores dos índices, pior foi o desempenho dos indivíduos, visto que o cálculo destes baseou-se na diferença entre o tempo gasto nas etapas de escolha e leitura para o índice de inibição e entre as etapas de alternância e leitura para o índice de flexibilidade. Assim, quanto maior essa diferença, maior foi a dificuldade apresentada pelos indivíduos (Paula; Paiva; Costa, 2015).

O teste ToL foi desenvolvido com base no teste da Torre de Hanói para avaliar a habilidade de planejamento em níveis de dificuldade graduais (Batista *et al.*, 2007). Nesse sentido, no presente estudo, os resultados apontaram que quanto maior o grau de dificuldade apresentado pelo problema a ser resolvido, menores foram os escores obtidos pelos participantes e maior foi o tempo gasto. Sendo assim, há evidências de que o grau de dificuldade dos problemas impactou o planejamento dos estudantes, conforme indicado tanto pelos escores brutos e relativos do teste, quanto pelo tempo gasto para a resolução dos mesmos, ao comparar os problemas com grau de dificuldade 4 e 5 com os problemas com grau de dificuldade 2 e 3. Na comparação entre os graus de dificuldade 3 e 4, no entanto, embora tenha sido necessário mais tempo para resolver os problemas, os participantes conseguiram manter a acurácia e o escore não foi prejudicado.

O mesmo efeito gradativo de prejuízos ocasionados pelo grau de dificuldade do problema sobre a acurácia e a velocidade de processamento de indivíduos no ToL foi observado em um estudo realizado com adolescentes brasileiros, para os quais os dois primeiros problemas do teste foram de fácil execução, com efeito de teto, mas as médias de desempenho diminuíram progressivamente conforme aumentava a complexidade das tarefas e o número de movimentos necessários, chegando nas últimas tarefas a um escore menor do que 70% da pontuação total possível (Menezes *et al.*, 2011), em um padrão similar ao descrito para a amostra estudada neste trabalho.

De forma similar, em um estudo com indivíduos americanos na faixa etária de 9 a 20 anos de idade, foi encontrado um efeito do grau de dificuldade do problema sobre a acurácia e os tempos gastos no planejamento e na execução do teste (Luciana *et al.*, 2009).

Os resultados obtidos por Dias e Seabra (2012), após a aplicação do ToL em adolescentes brasileiros, indicaram que os problemas em que eram necessários 4 ou 5

movimentos se correlacionaram mais com outras medidas clássicas de FE do que aqueles que exigiam 2 ou 3 movimentos. Resultados similares foram encontrados por Asato, Sweeney e Luna (2006) em uma amostra de crianças americanas. Há evidências, portanto, de que o planejamento exigido no ToL quando aplicado a crianças e adolescentes se relaciona com o desenvolvimento da MO (Dias; Seabra, 2012), do CI (Asato; Sweeney; Luna, 2006), de ambos (Luciana *et al.*, 2009) e dos três componentes centrais, incluindo a FC (Batista *et al.*, 2007), pois envolve resolver os problemas de forma eficiente (velocidade de processamento) por meio da manutenção do objetivo em mente (MO), ao mesmo tempo em que são inibidas alternativas de resposta ineficientes (CI) e em que se alterna de forma flexível entre as diferentes possibilidades de movimentos a fim de selecionar aquela que levará ao alcance do objetivo (FC). Essas evidências vão ao encontro do modelo fatorial das FE para a habilidade do planejamento, que depende dos componentes centrais de menor complexidade. No presente estudo, ficou evidente o recrutamento das FE, principalmente nos problemas com maior grau de dificuldade.

Em relação aos resultados obtidos no TEEV, a análise dos escores obtidos (Tabela 14) e do grau de dificuldade de cada item por meio da frequência relativa em cada escore (Tabelas 15 e 16), indicou que os participantes apresentaram maior facilidade nos itens que envolviam a habilidade de planejamento do que naqueles que recrutaram, de forma mais específica, os componentes MO, CI e FC. Entre os componentes, o desempenho dos participantes foi similar para os itens que recrutavam MO e CI e ao mesmo tempo, já que eles tiveram mais facilidade nesses itens do que naqueles que avaliavam a FC. De modo geral, a realização das tarefas, que envolviam principalmente o planejamento e a MO, foram mais fáceis do que o cumprimento das regras, que envolviam principalmente o CI e a FC.

O TEEV pode ser subdividido em dois objetivos principais e subsequentes – coletar e classificar os materiais –, enquanto há um objetivo simultâneo e contínuo ao longo de todo o jogo – o monitoramento das barras de saciedade e de cansaço. Inicialmente devia-se proceder à coleta dos materiais e posteriormente à sua classificação. Coletar as anotações do caderno como consequência automática da coleta da mochila (T1) foi a tarefa mais fácil de todas. Imprimir (T4) e coletar os textos impressos (T5) foi fácil. Coletar os livros nas estantes da biblioteca (T7) foi fácil, mas memorizar a localização destes (T4 e T6) foi de dificuldade moderada. Por fim, coletar os jornais foi muito fácil (T10), no sentido em que nenhum participante deixou totalmente de coletá-los a ponto de ser avaliado com escore 0 e apenas 1 participante não coletou os 3 jornais e recebeu o

escore 1. Substituir o jornal estragado (TO2) foi uma tarefa fácil, embora 13 participantes tenham recebido o escore 1 por coletar o jornal substituto, mas terem demorado para encontrá-lo e 1 participante desistiu de encontrá-lo (escore 0). A rigor, a maior parte dessas tarefas, com exceção de TO2, TO4 e T6, avaliaram o planejamento, o que não exclui a possibilidade de que para executá-las exista participação na MO, no CI e na FC, de acordo com o esperado pelo modelo fatorial das FE (Miyake *et al.*, 2000; Diamond, 2013).

A dificuldade observada quanto ao objetivo de monitoramento das barras avaliada pelas regras de 8 a 13 foi elevada, o que explica o motivo de os participantes terem apresentado maior facilidade na execução das tarefas do que no cumprimento das regras e maior dificuldade na FC do que em todos os outros construtos. A FC é recrutada tanto por ser necessário monitorar os estímulos, quanto por ter de alternar entre diferentes formas de atender às demandas das barras (por exemplo, o participante deve jogar no celular ou conversar com um amigo após perceber que conversar com a bibliotecária não esvazia a barra de cansaço). Durante a aplicação do TEEV foi possível observar que o monitoramento das barras falhou quando os participantes se engajaram no objetivo de classificação de tarefas, especialmente por se tratar de uma demanda complexa e demorada, que exige muita atenção concentrada. Além disso, o sistema de classificação das tarefas ocupa toda a tela e assim omite a visualização das barras momentaneamente, caso o participante não feche a janela do sistema de tempos em tempos. Assim, durante a classificação, muitos estudantes se esqueceram do objetivo contínuo de monitoramento, o que indica uma dificuldade na atenção alternada e conseqüentemente na FC.

Os papéis do planejamento, da alternância, da execução de tarefas e do monitoramento na realização de uma tarefa ecológica foram elucidados nos experimentos conduzidos por Rose e colaboradores (2015) com adultos canadenses. Os estudos tiveram como objetivo investigar a estrutura fatorial do Teste de Preparar o Café da Manhã, bem como de levantar evidências de validade convergente entre o teste e outras medidas do funcionamento executivo. Resumidamente, esse teste computadorizado simula a preparação do café da manhã e possui dois objetivos principais, o primeiro envolve preparar os alimentos e o segundo, colocar o máximo número possível de lugares à mesa simultaneamente ao preparo dos alimentos. No primeiro experimento, a análise de componentes principais evidenciou dois componentes explicativos dos resultados obtidos: o primeiro envolveu o planejamento e a eficiência na alternância entre os dois objetivos da tarefa; enquanto o segundo incluiu o monitoramento do cozimento dos

alimentos e a execução das tarefas. No segundo experimento, por sua vez, a análise fatorial exploratória encontrou correlações significativas entre o primeiro componente e as medidas do funcionamento executivo, mas não entre estas e o segundo componente. Os autores interpretaram os resultados encontrados como evidências de que o planejamento depende não só de múltiplos processos cognitivos, mas também de dois conjuntos de componentes e assim, sugerem que as avaliações dessa habilidade devem abranger tanto a eficiência do planejamento, quanto o gerenciamento da realização de múltiplas tarefas simultaneamente (monitoramento) para atingir os objetivos menores do teste (Rose *et al.*, 2015).

Tomando-se como base esse arcabouço teórico, no presente estudo, verificou-se que os participantes tiveram uma dificuldade moderada em relação ao planejamento prévio, evidenciado principalmente pela tarefa oculta de ordenação das tarefas (TO1) e à capacidade de alternar entre diferentes tarefas no momento de classificar os materiais (T8). Ao mesmo tempo, os estudantes tiveram dificuldade de moderada a altamente elevada em relação ao monitoramento de múltiplas tarefas simultaneamente, evidenciado pela supervisão das barras de saciedade e de cansaço, mas não tiveram muita dificuldade na execução das tarefas de um modo geral (T1 a T11).

As comparações entre itens específicos do TEEV fornece indícios de como o jogo pode ser utilizado para avaliar componentes e habilidades específicos das FE assim como as medidas clássicas disponíveis. Por exemplo, a TO3 (Responder corretamente à pergunta sobre a localização dos livros ao final do jogo), a rigor mensura a memória de curto-prazo, semelhante à ordem direta do teste de Dígitos, pois exige apenas a evocação da informação correta. Por sua vez, a TO4 (Responder corretamente à pergunta sobre os nomes dos subtemas ao final do jogo) foi modelada de forma a recrutar a MO, na medida em que solicita que o participante ordene alfabeticamente as informações evocadas da memória em ordem inversa, assim como a ordem inversa do teste de Dígitos. De forma similar, a T6 (Pesquisar no computador da biblioteca as localizações dos livros nas estantes e memorizá-las) exige a memorização de uma informação a ser utilizada para o cumprimento de um objetivo e hipoteticamente também recruta a MO.

Os resultados indicaram que os participantes obtiveram escores significativamente menores em TO4 e T6 quando comparados individualmente à TO3. De forma análoga ao que foi discutido para os resultados dos mesmos participantes no teste de Dígitos, os resultados do TEEV demonstraram que os participantes tiveram maior dificuldade nos

itens que exigiram a MO (processo controlado) do que em um item que exigia apenas a memória de curto-prazo (processo automático).

Também foi possível observar uma correspondência entre os resultados obtidos pelos participantes no TEEV e no FDT, pois os participantes apresentaram escores relativos significativamente menores em FC do que em CI no TEEV, o que indica maior facilidade nos itens que avaliaram o segundo do que o primeiro, conforme já mencionado anteriormente. O mesmo padrão foi encontrado por meio da comparação entre os índices de inibição e de flexibilidade no FDT.

Por fim, foram selecionadas 3 tarefas associadas à avaliação do planejamento em função do grau de dificuldade exigido em cada uma – a mais fácil (T1: Pegar a sua mochila na sala de aula), a mais difícil (TO1: Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização) e a localizada no centro do rol de distribuição por grau de dificuldade (T4: Imprimir os textos digitais, usando o computador da biblioteca). A comparação entre elas indicou que o escore obtido em TO1 foi significativamente menor do que em T1 e em T4, sugerindo que o grau de dificuldade influenciou no escore obtido na tarefa. Esse padrão é similar aos resultados obtidos na ToL. Portanto, no TEEV, assim como no ToL, a demanda pela habilidade de planejamento foi mais evidente quando o grau de complexidade exigido pela tarefa era maior.

O TEEV também apresenta como vantagem a possibilidade de avaliar o desempenho dos participantes de forma individual ou a partir da perspectiva do grupo por meio da geração de *z-scores*. Essa análise tornou possível avaliar o total de dificuldades e de potencialidades apresentadas para cada indivíduo, bem como o total de participantes com dificuldades e com potencialidades em cada construto. Isso permite uma avaliação detalhada do indivíduo que pode ser valiosa tanto em contextos clínicos, quanto educacionais. Alguns participantes apresentaram dificuldades ou potencialidades no TEEV como um todo, considerando-se o escore total, porém não foram identificadas dificuldades ou potencialidades em todos os construtos avaliados (por exemplo, o participante 004). Outros, tiveram um desempenho típico em relação ao escore total, mas apresentaram dificuldades ou potencialidades em construtos específicos (por exemplo, o participante 001). Em todas as medidas foram encontrados participantes com dificuldades e com potencialidades. Ao mesmo tempo, nenhuma das medidas resultou em desempenho prejudicado ou aprimorado entre todos os participantes da amostra.

Os *z-scores* também foram utilizados para descrever os resultados obtidos após a aplicação da Avaliação Jansari das FE (JEF) em um grupo composto por 17 adultos com

lesão cerebral adquirida e um grupo controle com o mesmo número de indivíduos (Jansari *et al.*, 2014). Resumidamente, essa medida ecológica, desenvolvida no Reino Unido e descrita na introdução, proporciona a avaliação das FE em adultos por meio da simulação da organização de uma reunião em um escritório virtual. Os autores apresentaram os resultados do grupo experimental que desviaram em três faixas, de 2 a 3,9; de 4 a 7,9 e igual ou acima de 8 desvios-padrão das médias do grupo controle. Os resultados dessa pesquisa permitiram descrever as dificuldades do grupo experimental ao todo e por construto avaliado, assim como permitiram discriminar as dificuldades de cada indivíduo, de forma detalhada. Os autores defendem que esse tipo de análise é um avanço importante na avaliação clínica de pacientes com lesão cerebral visto que é possível avaliar as suas forças e fraquezas individuais e desta forma, compreender com maior clareza o panorama de sintomas apresentados por eles em sua vida diária, que muitas vezes não ficam evidentes em avaliações que utilizam as medidas clássicas das FE. Por utilizar um sistema de escore de 0 (falha total), 1 (erros parciais) ou 2 pontos (desempenho perfeito) para cada tarefa, a JEF permite focar não somente nas dificuldades, mas nas potencialidades dos indivíduos, mesmo quando o desempenho dos indivíduos é altamente aprimorado (Jansari *et al.*, 2014).

De forma similar, o TEEV permite avaliar, discriminar e descrever as potencialidades e as dificuldades dos estudantes de EM nos componentes e habilidades executivos, o que pode ser valioso para compreender suas forças e fraquezas no contexto educacional, ainda que estes sejam hígidos. Estudos posteriores serão valiosos para verificar possíveis associações do desempenho no TEEV com informações acerca do desempenho e do sucesso escolar dos adolescentes em condições típicas ou associadas a transtornos de aprendizagem.

Os escores obtidos em TO1 (Reorganizar as tarefas desta lista em ordem cronológica de realização) permitiram distribuir os participantes em três grupos de acordo com a qualidade da ordenação das tarefas: qualidade alta (A, n= 8), qualidade média (M, n= 12) ou nenhuma reordenação (N, n= 9). Os participantes do grupo com alta qualidade na reordenação realmente se dedicaram a essa tarefa e desenvolveram uma reflexão detalhada acerca das demandas de cada tarefa e de cada regra, o que culminou em um planejamento minucioso da sequência em que pretendiam executar o jogo. A reordenação realizada pelos participantes no grupo com qualidade média, por sua vez, foi ineficiente, pois poucas alterações foram feitas, com muita pressa, sem a devida atenção, evidentemente apenas para cumprir a tarefa sem preocupação com a qualidade da

reordenação. Os participantes do grupo N não realizaram nenhuma modificação na sequência das tarefas apresentada no início do jogo.

Os resultados indicaram que o tempo gasto na TO1 foi significativamente maior no grupo A em comparação com o grupo N, o que evidencia a realização de uma boa avaliação dos participantes no que tange a essa tarefa. Apesar de ter sido demonstrado um efeito significativo da reordenação no escore relativo de MO, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na comparação entre pares. Possivelmente, o tempo gasto na leitura e na organização das tarefas e a reflexão sobre a ordem em que se pretendia realizá-las favoreceu a MO, isto é, os participantes conseguiram manter os objetivos em mente e se lembrar do que deveriam realizar ao longo do jogo. Porém, esse efeito possivelmente não foi muito forte ou a rigidez do teste *post hoc* mascarou o efeito, tendo em vista a ausência de diferenças significativas na comparação entre os grupos.

No entanto, houve efeito da ordenação das tarefas na habilidade de planejamento, visto que o grupo N obteve escores relativos de planejamento significativamente menores do que os outros dois grupos. A ordem das tarefas na lista à qual os estudantes tinham acesso ao clicar em um botão na interface do jogo correspondia à ordem definida por eles no momento da reordenação no início do TEEV. Sendo assim, a referida lista serviu como fonte de consulta ao longo do jogo, nos momentos em que havia dúvidas acerca do que fazer em seguida. Enquanto o grupo A tinha uma lista organizada e bem planejada, a lista do grupo N continha a ordem inicial das tarefas sem reordenação. Embora a lista do grupo M tivesse sido reordenada, a ordem resultante não poderia ser considerada tão eficiente quanto à do grupo A, tampouco tão ineficiente quanto à do grupo N. Os resultados sugerem que o planejamento dos grupos A e M foi significativamente superior do que o do grupo N, mas não diferiram entre si. Vale lembrar que a regra 1 (Realizar todas as tarefas na ordem que desejar) deixava claro que os participantes não precisavam ficar presos à ordem inicial das tarefas, nem à ordem planejada (nos casos em que houve reordenação) e assim, poderiam fazer as adaptações identificadas ao longo do jogo, o que pode ter influenciado na ausência de diferenças entre os grupos A e M no que concerne ao planejamento.

Os grupos não diferiram em relação aos escores relativos de CI, FC e total. Aparentemente a seleção dos melhores materiais para a preparação para a Feira de Ciências (T9), a substituição do jornal estragado (TO2), a classificação dos materiais (T8), o monitoramento das barras (R9, R10, R11 e R12) e o cumprimento das regras associadas ao autocontrole (R4 a R8 e R11) são demandas que não dependeram do

planejamento prévio e sim das contingências encontradas ao longo do jogo e das decisões tomadas em função destas. A ausência do efeito de ordenação das tarefas no escore total do TEEV provavelmente foi influenciada pela ausência desse mesmo efeito nos escores de CI e FC, que o compõem junto com os escores de MO e PL, para os quais o efeito foi encontrado.

Curiosamente, o planejamento prévio não teve efeito significativo no tempo total gasto no TEEV, nem no tempo de execução, isto é, a eficiência do planejamento não se relacionou com a eficiência no tempo de execução do jogo.

A aplicação do ToL em indivíduos americanos na faixa etária de 9 a 20 anos de idade (Luciana *et al.*, 2009) pode fornecer algumas bases para interpretar os resultados do presente estudo, dado que há evidências de que o ToL mensura a habilidade de planejamento (Asato; Sweeney; Luna, 2006; Batista *et al.*, 2007; Dias; Seabra, 2012; Luciana *et al.*, 2009; Menezes *et al.*, 2011). Os resultados do referido estudo ressaltaram que o planejamento prévio no ToL, avaliado por meio do tempo decorrido antes do primeiro movimento ser realizado, deu suporte para o desempenho no teste em apenas alguns casos, pois maiores tempos de planejamento não implicaram necessariamente em menores tempos de execução do teste. Isso indica que o planejamento realizado ao longo do teste diante das dificuldades encontradas (planejamento “*on line*”), e não somente o planejamento prévio, também exerce um papel importante para explicar o desempenho no teste (Luciana *et al.*, 2009).

Dessa maneira, não se deve ignorar que independentemente de planejamento prévio em relação à reordenação das tarefas, o tempo envolvido na execução do TEEV dependeu de vários outros fatores, incluindo o planejamento necessário ao longo do jogo em face às demandas inesperadas enfrentadas. É possível, ainda, que os mesmos participantes que necessitam se organizar previamente para obter maior eficiência na realização das tarefas, sofram maiores impactos quando encaram situações inesperadas e precisem de mais tempo para resolvê-las do que os indivíduos acostumados a improvisar, o que também pode explicar a ausência de diferenças entre os grupos M e A para o escore relativo de planejamento, porém essa é uma interpretação que carece de análises mais aprofundadas e direcionadas.

Em relação aos resultados dos cálculos dos coeficientes de alfa de Cronbach, que são indicativos da consistência interna do TEEV, os valores obtidos para a CI, a FC e o TEEV como um todo indicam uma consistência interna moderada, de acordo com a classificação de Landis e Koch (1977). Para a MO, no entanto, a consistência interna foi

pequena, apesar que essa medida é influenciada de forma negativa quando há poucos itens avaliando o mesmo construto (Pasquali, 2010) e apenas dois itens no TEEV supostamente avaliam a MO. A baixa consistência interna verificada no escore de planejamento pode ser influenciada pela grande variabilidade observada no grau de complexidade e de dificuldade dos itens, o que resultou em escores muito variados e conseqüentemente em uma baixa consistência entre os itens. De qualquer maneira, estudos posteriores precisarão ser realizados com o intuito de aprimorar a consistência interna do TEEV.

Foram encontradas somente correlações fracas ou moderadas do TEEV com as outras medidas de FE utilizadas na pesquisa. Ainda assim, alguns resultados evidenciaram correspondências entre os construtos que se espera mensurar com o TEEV e os construtos medidos pelos demais instrumentos. Houve certo nível de correspondência entre a mensuração: a) da FC, evidenciada por meio da correlação entre escore relativo de FC no TEEV e os acertos da etapa de alternância do FDT; b) a habilidade de planejamento, por meio das correlações entre o escore de PL no TEEV e os escores total e relativo 5 no ToL, bem como entre o escore total no TEEV e os escores total e relativo no grau de dificuldade 5 no ToL; c) a velocidade de processamento em situações controladas (não automáticas), por meio da correlação entre o tempo total e o tempo de execução no TEEV e os acertos e os erros da etapa de alternância do FDT, assim como com o TR total e o TR no grau de dificuldade 5 do ToL.

As correlações observadas entre o TEEV e o BRIEF são de fundamental importância por ambos serem medidas ecológicas das FE. É importante lembrar que escores elevados no BRIEF indicam maior frequência dos comportamentos descritos. As correlações negativas e significativas entre o TEEV e o BRIEF indicaram que: a) quanto maior a FC do participante (escore relativo de FC), menos ele se incomoda quando tem que lidar com mudanças, como rotina, comidas ou lugares (item 3); b) quanto melhor o desempenho do estudante na habilidade de planejamento (escore relativo de PL), mais ele pensa antes de agir (é menos impulsivo, item 5); c) quanto maior o tempo dedicado ao TEEV (total e de execução), menor é a dificuldade em terminar as tarefas sozinho (item 2) e em pensar nas conseqüências antes de agir (item 12). No entanto, a única correlação significativa e positiva entre os dois instrumentos indicou que quanto maior é o CI do participante (escore relativo de CI), mais o participante reage de forma exagerada, o que vai de encontro ao esperado, dado que reagir de forma exagerada é uma falha no autocontrole.

Há algumas evidências similares ao encontrado no presente estudo na literatura científica de desenvolvimento de testes executivos ecológicos. Por exemplo, um estudo realizou uma avaliação das FE de um grupo composto por 9 pacientes que sofreram acidente vascular cerebral (média de idade de 62 anos) e dois grupos controle, um composto por 10 indivíduos jovens (média de idade de 26 anos) e outro por 10 indivíduos idosos (média de idade de 55 anos), por meio de três medidas ecológicas das FE – o Teste das Múltiplas Tarefas Virtual (*Virtual Multiples Errands Task*, VMET), o teste de Apostas de Iowa (*Iowa Gambling Task*, IGT) e o Questionário Disexecutivo (*Disexecutive Questionnaire*, DEX) –, duas medidas clássicas, o teste de Stroop e um teste voltado para a avaliação da atenção e da FC (*Test of Attentional Performance*, TAP), além de outros testes neuropsicológicos específicos para a avaliação de dificuldades relacionadas à compreensão da linguagem e ao reconhecimento e da nomeação de objetos (Raspelli *et al.*, 2012). Foram encontradas correlações fortes e positivas entre o VMET e os aspectos atencionais avaliados pelo TAP, porém não foram encontradas correlações do VMET com o teste Stroop, com o IGT e com os parâmetros do TAP voltados para a avaliação da FC. Os resultados foram interpretados com base na incompatibilidade das demandas do VMET com as dos demais instrumentos utilizados. Apesar de todos avaliarem as FE, cada um tem uma especificidade, por exemplo o IGT envolve a resolução de problemas, enquanto o Stroop e o TAP lidam com situações em que estão presentes conflitos (Raspelli *et al.*, 2012). Essa interpretação chama a atenção para a importância do cuidado no momento do delineamento experimental para a seleção prévia dos instrumentos a serem utilizados para a comparação com o teste que está sendo desenvolvido, de forma que haja compatibilidade entre os construtos avaliados.

No presente estudo, por exemplo, não era esperada a ausência de correlações significativas entre o escore relativo de MO e os parâmetros comportamentais DIOI e UDIOI obtidos no teste de Dígitos, especialmente devido à existência de correspondências dos resultados encontrados neste último com os resultados encontrados no TEEV, evidenciada pelas diferenças significativas entre os escores nos itens que avaliavam a MO (TO4 e T6) com o item que avaliava a memória de curto-prazo (TO3). Apesar disso, foram encontradas correlações significativas entre o escore relativo total no TEEV e as medidas DIOD, DIOI, UDIOD e DI (escore total do teste de Dígitos). Esses resultados podem indicar que enquanto alguns itens do TEEV dependem em certo grau de processamentos automáticos, assim como a ordem direta do teste de Dígitos, outros dependem de processamentos controlados, como a ordem inversa do teste de

Dígitos e por isso os escores totais de ambos os testes se correlacionam. Os resultados de correlação significativa positiva entre o CI relativo e o DIOI também sugerem que o CI desempenha um papel importante na ordem inversa, pois o indivíduo precisa inibir as sequências de dígitos incorretas a fim de reorganizar os números e verbalizar sua resposta, o que vai ao encontro da importância já conhecida do CI para a MO e vice-versa de acordo com o modelo fatorial das FE (Miyake *et al.*, 2000; Diamond, 2013).

Um estudo aplicou o Teste da Biblioteca Virtual (*The Virtual Library Task*, VLT), descrito na introdução, assim como outras medidas do funcionamento executivo em dois grupos com 30 participantes, cada – experimental (pacientes com lesões cerebrais adquiridas) e controle (indivíduos hígidos; Renison *et al.*, 2012). Os resultados deram suporte a evidências de validade de convergência e discriminante do instrumento por meio de correlações moderadas entre o VLT e três medidas de FE: teste de Fluência Verbal, teste do Mapa do Zoológico e teste Modificado de 6 Elementos, sendo os dois últimos subtestes com caráter ecológico da BADS. Assim como no presente estudo, no entanto, todas as correlações encontradas foram moderadas (Renison *et al.*, 2012).

Foi desenvolvida uma versão da Avaliação Jansari das FE para crianças (JEF-C), em que foi feita uma adaptação para o público-alvo: o participante precisa preparar uma casa virtual para uma festa de aniversário, sem o auxílio dos pais (Jansari *et al.*, 2012). Nessa versão, são avaliados os mesmos nove construtos cognitivos da versão para adultos por meio de duas tarefas, cada. O estudo avaliou 30 crianças e adolescentes com desenvolvimento típico de 10 a 18 anos de idade distribuídos em três grupos (10 a 12 anos, 13 a 15 anos e 16 a 18 anos) e encontrou um efeito significativo da idade dos participantes no desempenho no teste. No entanto, o grupo com idade intermediária obteve resultados superiores aos do grupo de participantes mais velhos, o que os autores interpretaram como uma consequência de o teste possivelmente ser mais motivador para os dois grupos mais jovens, o que evidencia a importância da motivação nos resultados obtidos pelos participantes (Jansari *et al.*, 2012).

A versão do JEF-C adaptada para o francês foi utilizada posteriormente com 59 crianças e adolescentes na faixa etária de 10 a 18 anos de idade, 29 deles com lesão cerebral adquirida e 30 controles (Gilboa *et al.*, 2019). Nesse estudo, foram encontradas correlações significativas entre a idade e o desempenho no JEF-C para o grupo controle, porém não foram encontradas correlações significativas entre os resultados do JEF-C e do BRIEF (versão respondida pelos pais dos participantes) para o grupo experimental nem para o grupo controle. Adicionalmente, os autores enfrentaram as mesmas

dificuldades encontradas no presente estudo em relação à consistência interna do seu instrumento de acordo com o coeficiente alfa de Cronbach, cujos resultados foram altos para o grupo experimental, mas baixos para o grupo controle. Eles explicaram que resultados similares foram encontrados anteriormente para a BADS-C e que o alfa de Cronbach pode subestimar a consistência interna de instrumentos cujos itens são avaliados a partir de escalas com menos de cinco pontos, como o JEF-C (Gilboa *et al.*, 2019) e à propósito, como o TEEV também.

Em suma, para todas as correlações encontradas no presente estudo é importante considerar que elas foram fracas ou moderadas. Especificamente sobre as correlações com o BRIEF, vale lembrar que a versão deste instrumento utilizada se baseou em um autorrelato, o que exige dos participantes um alto nível de autoconhecimento para que seja realmente fidedigno.

Adicionalmente, além das análises apresentadas no presente estudo, o TEEV também pode ser usado para avaliar se há relações entre o número de cliques para checagem da lista de tarefas e da lista de regras disponíveis na interface do jogo e a habilidade de planejamento; entre a prontidão na coleta do primeiro jornal e a atenção executiva; entre o comportamento de estocar água e biscoitos na mochila e o nível de eficiência ou de planejamento dos indivíduos; o número de repetição de comportamentos ineficazes, como a inspeção dos mesmos ambientes repetidas vezes para buscar o jornal perdido e a ocorrência de perseveração e de comprometimentos na FC; o número de cliques no ícone de resumo dos critérios de classificação dos materiais e eficiência da classificação (score na tarefa 8); dentre outras.

15 CONCLUSÃO – ETAPA 3

Os resultados demonstraram que em termos comportamentais, as medidas clássicas das FE utilizadas são sensíveis às condições de dificuldade crescente embutidas em seu delineamento, para as quais nas primeiras condições (OD para o teste de Dígitos, etapas de leitura e de contagem para o FDT e os problemas resolvidos com 2 e 3 movimentos para o ToL) não há indícios do recrutamento de processos executivos, que requerem maior controle cognitivo. No entanto, conforme se avança na aplicação dos testes, esses processos se tornam indispensáveis para um bom desempenho.

Tanto no presente estudo, quanto na literatura, há evidências de que o aumento da complexidade das tarefas recrutam, especificamente, a MO para o Teste de Dígitos, o CI e a FC para o FDT e o planejamento para o ToL. Adicionalmente, medidas de MO, CI e FC são preditivas para o desempenho neste último de acordo com uma revisão de literatura (Batista *et al.*, 2007), o que faz sentido considerando-se o modelo fatorial das FE, no qual esses três componentes são necessários para subsidiar a habilidade complexa de planejamento (Miyake *et al.*, 2000; Diamond, 2013).

O TEEV caracterizou-se como um instrumento de fácil aplicação que possibilita avaliar as FEs dos participantes em uma situação passível de ocorrer no cotidiano escolar e que fornece grande riqueza de informações comportamentais e cognitivas, valiosas tanto no contexto experimental por meio da análise do grupo de participantes, quanto nos contextos clínico e educacional por possibilitar uma avaliação individual detalhada. O jogo desenvolvido mostrou-se sensível para avaliar os mesmos componentes e habilidades executivos que as medidas clássicas e adicionalmente apresenta a vantagem de ser contextualizado, o que tem o potencial de aumentar a motivação para a sua realização por parte do indivíduo avaliado, visto que contém aspectos lúdicos e interativos não observados em tarefas artificiais. Os estudantes apresentaram maiores dificuldades quanto à FC, seguida pelo CI e pela MO no mesmo nível e, finalmente, pelo planejamento.

De modo geral, os escores do TEEV se correlacionaram com os resultados do FDT, do ToL e do BRIEF, porém é necessário a realização de mais estudos para levantar suas evidências de validade, incluindo a validade convergente.

Como limitações da Etapa 3 indicam-se o número amostral pequeno, o possível efeito de fadiga ocasionado pelas longas sessões experimentais e a necessidade de

aprimoramentos no TEEV no que concerne à sua consistência interna, bem como no conhecimento aprofundado acerca de sua estrutura fatorial e dos construtos realmente avaliados por cada item por meio da realização das análises fatoriais exploratória e confirmatória.

16 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Este trabalho foi organizado em 3 etapas voltadas para um único objetivo geral, que consistiu em desenvolver e aplicar um jogo executivo virtual (denominado TEEV) em estudantes de Ensino Médio do DF e do entorno. Cada uma das etapas realizadas trouxe importantes avanços e contribuições para esse fim.

Assim, o levantamento e a análise das preferências e dos hábitos de uma amostra de estudantes de EM de escolas públicas do DF realizados na Etapa 1 foram essenciais para subsidiar reflexões e embasar as decisões necessárias para a construção do TEEV, como a definição do objetivo e dos temas abordados no jogo e a modelagem das tarefas a serem realizadas. As reflexões subsidiadas pelos resultados da Etapa 1 foram utilizadas no intuito de ampliar a dimensão ecológica do TEEV e o engajamento do público-alvo em sua realização, na medida em que este instrumento de medida se baseou nos hábitos e nas preferências de uma amostra desse público, ainda que não representativa.

O compromisso com a qualidade final do TEEV foi mantido ao longo da Etapa 2, visto que o seu desenvolvimento prezou tanto por aspectos metodológicos da área de construção de instrumentos psicológicos, quanto por aqueles relacionados à estética visual e aos requisitos para o bom funcionamento do *software*, o que é evidenciado pelo elevado número de ciclos de correções e de versões pelas quais ele passou.

A versão final do TEEV desenvolvida na Etapa 2 foi aplicada em um grupo de estudantes de Ensino Médio do DF e do entorno na Etapa 3 do estudo. Os resultados indicaram que o TEEV foi sensível para avaliação das FE na amostra estudada e apresentou correspondências com os resultados obtidos por meio do uso de três medidas clássicas do funcionamento executivo, teste de Dígitos, FDT e ToL e de uma medida ecológica, o BRIEF.

Como perspectivas, pretende-se realizar outra análise com um grupo de juízes especialistas na área de FE no intuito de aprimorar a compreensão da relação entre os itens do TEEV (tarefas e regras) e os construtos que se pretende avaliar. Uma análise de juízes com profissionais da educação também pode favorecer a adequação do jogo à linguagem do seu público-alvo.

Além disso, seria interessante realizar estudos de aplicação do TEEV em estudantes com diferentes níveis de desempenho escolar, assim como com populações que apresentem dificuldades clínicas associadas à aprendizagem para verificar se o jogo é

preditor de déficits executivos associados ao baixo desempenho escolar. Nesse sentido, investigações posteriores poderão ser úteis para verificar se o jogo desenvolvido poderá ser utilizado para: a) a avaliação em amostras de participantes hígidos em outras faixas etárias, como crianças, jovens universitários e adultos; b) rastreio cognitivo em diferentes condições clínicas associadas à déficits executivos, nos quais se destacam os transtornos do desenvolvimento, os transtornos de aprendizagem, as disfunções intelectuais e os transtornos alimentares (por exemplo, com amostras de participantes com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Transtornos do Espectro do Autismo (TEA), Dislexia, Discalculia, Deficiência Intelectual, Altas Habilidades, Síndrome de Down, entre outros); c) intervenção, por meio do treinamento das FE com o intuito de compensar os déficits executivos identificados, tanto nas populações clínicas citadas anteriormente, quanto em participantes hígidos, porém que apresentem dificuldades de aprendizagem associadas ao contexto escolar. Em relação às duas últimas formas de utilização mencionadas, os professores e os setores escolares de Orientação Educacional e da Sala de Recursos podem supostamente se beneficiarem do uso do TEEV, tanto para o rastreio de déficits executivos entre estudantes, quanto para a realização de intervenções quando necessárias.

Ademais, a aplicação do TEEV na Etapa 3 permitiu elaborar uma lista com sugestões de melhorias no funcionamento do jogo, dentre as quais se destacam embutir a gravação da tela; incluir placas com os nomes dos ambientes da escola virtual (por exemplo, “Sala de Aula 01”, “Sala dos professores”, “Direção” etc); substituir o jogo do celular por outro mais familiar e simples; adicionar botões com as ações possíveis ao clicar em uma NPC, incluindo um botão para cancelar a interação, a fim de evitar cliques acidentais; permitir os ajustes de som durante a execução do jogo etc.

Claramente, portanto, o TEEV consiste em um instrumento com potencial para a realização de novos estudos que permitirão avanços no estudo das FE, especialmente em estudantes e adolescentes, assim como no seu aprimoramento por meio do levantamento de suas evidências de validade e da realização dos ajustes decorrentes e necessários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Educational Research Association (AERA), American Psychological Association (APA), National Council on Measurement in Education (NCME), Joint Committee on Standards for Educational and Psychological Testing (U.S.). **Standards for educational and psychological testing**, 2014.
- Alderman, N. *et al.* Ecological validity of a simplified version of the Multiple Errands Shopping Test. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 9, p. 31-44, 2003.
- Alloway, T. P.; Gathercole, S. E. How does working memory works in the classroom? **Educational Research and Reviews**, v. 1, n. 4, p. 134-139, 2006.
- Alvarez, J. A.; Emory, E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. **Neuropsychology Review**, v. 16, n. 1, p. 17-42, 2006.
- Anderson, V. *et al.* **Executive functions and the frontal lobes: a lifespan perspective**. New York: Taylor & Francis, 2008. 541 p.
- Ardila, A. On the evolutionary origins of executive functions. **Brain and Cognition**, v. 68, p. 92-99, 2008.
- Aron, A. R.; Robbins, T. W.; Poldrack, R. A. Inhibition and the right inferior frontal cortex. **Trends in Cognitive Science**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 2004.
- Asato, M. R.; Sweeney, J. A.; Luna, B. Cognitive processes in the development of TOL performance. **Neuropsychologia**, v. 44, n. 12, p. 2259-2269, 2006.
- Baddeley, A. D. Working memory. **Science**, v. 255, p. 556-559, 1992.
- _____. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends in Cognitive Science**, v. 4, n. 11, p. 417-423, 2000.
- Baddeley, A. D.; Hitch, G. J. Working memory. In: Bower, G. A. (Ed.). **Recent Advances in Learning and Motivation**. New York: Academic Press, v.8, 1974. p.47-90.
- Baltes, P. B.; Smith, J. Lifespan psychology: From developmental contextualism to developmental biocultural co-constructivism. **Research in Human Development**, v. 1, p. 123-144, 2004.
- Batista, A. X. *et al.* Torre de Londres e Torre de Hanói: contribuições distintas para avaliação do funcionamento executivo. **J. Bras. Psiquiatr.**, v. 56, n. 2, p. 134-139, 2007.
- Bear, M. F.; Connors, B. W; Paradiso, M. A. **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso**. 4ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- Bechara, A. *et al.* Insensitivity to Future consequences following damage to human prefrontal cortex. **Cognition**, v. 50, p. 7-15, 1994.
- Bechara, A.; Damásio, A.R. The somatic marker hypothesis: a neural theory of economic decision. **Games and Economic Behavior**, v. 52, p. 336-72, 2005.
- Belham, F.S. *et al.* Age-related differences in cortical activity during a visuo-spatial working memory task with facial stimuli. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, e75778, 2013.
- _____; *et al.* Negative facial expressions - but not visual scenes - enhance human working memory in younger and older participants. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, p. 668, 2017.

- Best, J. R.; Miller, P. H. A developmental perspective on executive function. **Child Development**, v. 81, p. 1641–1660, 2010.
- Blair, C. Self-regulation and school readiness. ERIC Digest, 2003.
- Bodrova, E.; Leong, D. J. **Tools of the Mind: A case study of implementing the vygotskian approach in american early childhood and primary classrooms**. Geneva, Suíça: International Bureau of Education, UNESCO, 2001.
- Brasil, Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394/96. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 1996.
- _____, Ministério da Saúde. **Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde/MS Sobre Diretrizes e Normas Envolvendo Pesquisas com Seres Humanos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de dezembro de 2012.
- _____. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Diário oficial da União, Brasília, DF, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm> Acesso em 13 ago 2021.
- Bunge, S. A. *et al.* Brain changes underlying the development of cognitive control and reasoning. In: Gazzaniga, M. S. (Ed.). **The cognitive neurosciences**. 4ª ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2009. Cap. 5, p.73-85.
- Burgess, P. W. *et al.* The ecological validity of tests of executive function. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 4, p. 547-558, 1998.
- _____; Stuss, D. T. Fifty years of prefrontal cortex research: impact on assessment. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 23, p. 755–767, 2017.
- Caetano, M. R.; Alves, A. A. Ensino Médio no Brasil no contexto das reformas educacionais: um campo de disputas? **Educação**, v. 8, n. 3, p. 718–736, 2020.
- Campos, C. L.; Gomes, C. A. O fracasso escolar no Ensino Médio: A perspectiva dos alunos da rede pública do Distrito Federal. **Psicologia da Educação**, n. 17, p. 139-156, 2003.
- Campos, M. C. *et al.* Confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos em adultos brasileiros. **J. bras. psiquiatr.**, v. 65, n. 2, p. 135-139, 2016.
- Capovilla, A. G. S.; Dias, N. M. Desenvolvimento de habilidades atencionais em estudantes da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental e relação com o rendimento escolar. **Rev. Psicopedagogia**, v. 25, n. 78, p. 198-211, 2008.
- Cardoso, C. D. O.; *et al.* Neuropsychological stimulation of executive functions in children with typical development: a systematic review. **Applied Neuropsychology: Child**, v. 7, n. 1, p. 61-81, 2016.
- Carreiro, L. R. R. *et al.* Testes de Funções Executivas no Brasil. In: Seabra, A. G. (Ed.). **Inteligência e Funções Executivas: avanços e desafios para a avaliação neuropsicológica**. São Paulo: Menmon, 2014. p.84-111.
- Carvalho, C.; Abreu, N. Estimulando Funções Executivas em sala de aula: o Programa Heróis da Mente. **Anais do Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde**, v. 1, n. 1, 2014.
- Carvalho, A.A.A. A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 13, n. 1, p. 169-184, 2000.

- Cassepp-Borges, V., Balbinotti, M. A. A., Teodoro, M. L. M. Tradução e validação de conteúdo: uma proposta para a adaptação de instrumentos. In: Pasquali, L. **Instrumentação Psicológica. Fundamentos e Práticas**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 506-520.
- Chan, R. C. K. *et al.* Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 23, p. 201-216, 2008.
- Chardosim, N. M. O. **Um estudo de associação entre desempenho escolar e medidas neuropsicológicas em alunos da terceira série do Ensino Fundamental**. 2011. 31 p. Monografia de conclusão de curso. Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Chevignard, M. *et al.* An ecological approach to planning dysfunction: script execution. **Cortex**, v. 36, n. 5, p. 649-669, 2000.
- Cipriano, C. D. R. **Análise das Funções Executivas em crianças, adultos e idosos**. Orientadora: Corina E. Satler. 2020. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fonoaudiologia), Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- Consenza, R. M.; Guerra, L. B. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 151 p.
- Corso, H. V. *et al.* Metacognição e Funções Executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 21-29, 2013.
- Córtex Pré-Frontal. In: **Wikipédia**, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2022. Disponível em: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cortex_pr%C3%A9frontal>. Acesso em: 3 fev. 2022.
- Craik, F. I.; Bialystok, E. Planning and task management in older adults: Cooking breakfast. **Memory & Cognition**, v. 34, n. 6, p. 1236-1249, 2006.
- Cronbach, L. J. Coefficient Alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297-334, 1951.
- Crone, E. A. Executive functions in adolescence: inferences from brain and behavior. **Developmental science**, v. 12, n. 6, p. 825-830, 2009.
- Cruz, P.; Monteiro, L. (Orgs.) **Anuário Brasileiro da Educação Básica - 2014**. São Paulo: Ed. Moderna, 2014.
- _____.; _____. (Orgs.) **Anuário Brasileiro da Educação Básica - 2019**. São Paulo: Ed. Moderna, 2019.
- Damásio, H. *et al.* The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. **Science**, v. 264, n. 5162, p. 1102-1105, 1994.
- Damásio, A. R. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the Prefrontal Cortex. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.**, v. 351, p. 1413-20, 1996.
- Dawson, D. R. *et al.* Further development of the Multiple Errands Test: Standardized scoring, reliability, and ecological validity for the Baycrest version. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 11, p. S41-S51, 2009.

- Déak, G. O. The development of cognitive flexibility and language abilities. In: Kail, R. (Ed.). **Advances in child development and behavior**. San Diego: Academic Press, v.31, 2003. p.271-327.
- Diamond, A. *et al.* Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. **Developmental neuropsychology**, v. 28, n. 2, p. 689-729, 2005.
- _____. Executive Functions. **Annu. Rev. Psychol.**, v. 64, p. 135-168, 2013.
- Dias, N. M; Seabra, A. G. Executive demands of the Tower of London task in Brazilian teenagers. **Psychology & Neuroscience**, v. 5, n. 1, p. 63-75, 2012.
- _____; _____. Funções executivas: desenvolvimento e intervenção. **Temas sobre Desenvolvimento**, v. 19, n. 107, p. 206-212, 2013.
- Distrito Federal. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. **Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Médio**. Brasília, DF, 2013.
- _____. _____. **Currículo em Movimento da Educação Básica: Pressupostos Teóricos**. Brasília, DF, 2014.
- _____. _____. Subsecretaria de Educação Básica. **Regulamento do 10º Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal**. 27 f. Disponível em <<https://paranoa.se.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/REGULAMENTO-10o-CIRCUITO-DE-CIE%CC%82NCIAS-2021-.pdf>>. Acesso em 7 ago 2021.
- Domitrovich, C. E.; Cortes, R. C.; Greenberg, M. T. Improving young children's social and emotional competence: a randomized trial of the preschool "PATHS" curriculum. **The Journal of Primary Prevention**, v. 28, n. 2, p. 67–91, 2007.
- Elliot, R. Executive Functions and their disorders. **British Medical Bulletin**, v. 65, p. 49-59, 2003.
- Ferreira, F. A. G. **Feiras de Ciências: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científico-tecnológica no ensino médio**. 2021. 278 f. Tese (Doutorado em Educação, Conhecimento e Inclusão Social) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- Figueiredo, V.L.M; Nascimento, E. Desempenhos nas duas tarefas do subteste Dígitos do WISC-III e do WAIS-III. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23, n. 3, p. 313-318, 2007.
- Fuster, J. Prefrontal executive functions predict and preadapt. In: Goldberg, E. (Ed.). **Executive functions in health and disease**, London: Academic Press, 2017, p. 3-20.
- Garrido, L.M.M. **Mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e Funções Executivas em crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade**. 2019. 177 f., il. Tese (Doutorado em Biologia Animal) — Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- Gazzaniga, M. S.; Ivry, R. B.; Mangun, G. R. **Cognitive neuroscience: The biology of the mind**. New York: W. W. Norton & Company, 2019.
- Gil, A. C. Entrevista. In: _____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008a, p. 109-120.
- _____. Questionário. In: _____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008b, p. 121-135.

- Gilboa, Y. *et al.* Assessment of executive functions in children and adolescents with acquired brain injury (ABI) using a novel complex multi-tasking computerised task: The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF-C©). **Neuropsychological Rehabilitation**, v. 29, n. 9, p. 1359-1382, 2019.
- Gioia, G.A.; Isquith, P.K.; Guy, S.C.; Kenworthy, L. **Behavior Rating Inventory of Executive Function, Second Version**: Professional Manual. Florida: PAR, 2015.
- Goldberg, E. **The new executive brain**: Frontal lobes in a complex world. New York: Oxford University Press, 2009.
- Günther, H. **Como Elaborar um Questionário** (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, No 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003. Disponível em: <www.psi-ambiental.net/pdf/01Questionario.pdf>, Acesso em: 29 jun 2016.
- Haase, V. G. O enfoque biopsicossocial na saúde da criança e do adolescente. In: Haase, V. G.; Ferreira, F. O.; Penna, F. J. **Aspectos biopsicossociais da saúde na infância e adolescência**. Belo Horizonte: Coopmed, 2009, p. 29-65.
- Hamdan, A. C.; Pereira, A. P. A. Avaliação neuropsicológica das Funções Executivas: considerações metodológicas. **Psicologia: Reflexão e crítica**, v. 22, p. 386-393, 2009.
- Harlow, J. M. Passage of an iron rod through the head. **The Boston Medical and Surgical Journal**, v. 39, n. 20, 1848.
- Hazin, I. *et al.* Dados normativos do Teste de Atenção por Cancelamento (TAC) em estudantes do Ensino Fundamental. **PSICO**, v. 43, n. 4, p. 428-436, 2012.
- Henry, L. The working memory model. In: (Ed.). **Development of working memory in children**, London: SAGE Publications Ltd, 2012, p.1-35.
- Holmes, J.; Gathercole, S. E. Taking working memory training from the laboratory into schools. **Educational Psychology**, v. 34, n. 4, p. 440-450, 2014.
- Huizinga, M.; Dolan, C. V.; Molen, M. W. Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. **Neuropsychologia**, 44, 2017–2036, 2006.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**: Educação 2019. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101736_informativo.pdf>. Acesso em 13 ago 2021.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>>. Acesso em: 13 ago 2021.
- Jansari, A.; Gordon, R. Towards a novel ecologically-valid assessment of executive functions in children and adolescents: Could virtual reality be the answer?. In: **Brain Impairment**, p. 146-158, 2012.
- _____; *et al.* Ecological assessment of Executive Functions: a new virtual reality paradigm. **Brain Impairment**, v. 15, n. 2, p. 71-87, 2014.
- Jurado, M. B.; Rosselli, M. The elusive nature of Executive Functions: a review of our current understanding. **Neuropsychol Rev**, v. 17, p. 213-223, 2007.

- Kalbfleisch, L. Neurodevelopment of the executive functions. In: Goldberg, E. (Ed.). *Executive functions in health and disease*, London: Academic Press, 2017, p. 143-168.
- Krikorian, R.; Bartok, J.; Gay, N. Tower of London procedure: a standard method and developmental data. **Journal of clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 16, n. 6, p. 840-850, 1994.
- Kuhn, D. Do cognitive changes accompany developments in the adolescent brain? **Perspectives on Psychological Science**, v. 1, p. 59–67, 2006.
- Landis, J.R., Koch, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, p. 159-174, 1977.
- Lent, R. **Cem bilhões de neurônios: Conceitos fundamentais de neurociências**. 2ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2010
- Léon, C. B. R. *et al.* Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. **Rev. Psicopedagogia**, v. 30, n. 92, p. 113-120, 2013.
- Lezak, M. F.; Howieson, D. B.; Bigler, E. D.; Trane, D. **Neuropsychological Assessment**. 5ª Ed. New York: Oxford University Press, 2012.
- Liew, J. Effortful control, executive functions, and education: Bringing self-regulatory and social-emotional competencies to the table. **Child development perspectives**, v. 6, n. 2, p. 26-30, 2012.
- Louzada, D.; *et al.* Formação continuada para o Novo Ensino Médio no Distrito Federal: desafios em tempo de pandemia de Covid-19. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, v. 8, n. 2, p. 12-21, 2021.
- Luciana, M. *et al.* Tower of London performance in healthy adolescents: The development of planning skills and associations with self-reported inattention and impulsivity. **Developmental Neuropsychology**, v. 34, n. 4, p. 461-475, 2009.
- Machado, A.; Haertel, L. M. **Neuroanatomia funcional**. São Paulo: Atheneu, 2013.
- Madison, Y. S.; Niermeyer, A.; Ziemnik, E. Assessment of executive functions in research. In: Goldberg, E. (Ed.). *Executive functions in health and disease*, London: Academic Press, 2017, p. 197-216.
- Magalhães (2013)
- Maia, V. **Funções neuropsicológicas e desempenho matemático: um estudo com crianças de 2ª série**. 2010. 69f. Tese de Mestrado Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Malloy-Diniz, L. F. *et al.* Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8½ years. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 2, p. 26-30, 2008.
- Martins, Z. G. **A interdisciplinaridade e os multiletramentos como caminhos para cooperação e aprendizagem no Circuito de Ciências de uma escola pública do Distrito Federal**. 2015. 38 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Letramento e Práticas Interdisciplinares nos Anos Finais), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.
- Mata, F. G. *et al.* Avaliação neuropsicológica do processo de tomada de decisões em crianças e adolescentes: uma revisão integrativa da literatura. **Rev Psiq Clin**, v. 38, n. 3, p. 106-115, 2011.

- McGeorge, P. *et al.* Using virtual environments in the assessment of executive dysfunction. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 10, n. 4, p. 375-383, 2001.
- Meltzer, L. **Executive function in education: From theory to practice**. Guilford Press, 2007.
- Menezes, A. *et al.* Teste da Torre de Londres e avaliação do planejamento executivo em adolescentes brasileiros. **Psicologia Educação e Cultura**, v. 15, n. 2, p. 367-379, 2011.
- Miyake, A. *et al.* The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, v. 41, n. 1, p. 49-100, 2000.
- Mueller, S.T.; Piper, B. J. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. **Journal of Neuroscience Methods**, n. 222, p. 250–59, 2014.
- Neuropsicologia. In: **Wikipédia**, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Neuropsicologia>>. Acesso em: 11 set. 2021.
- Nunes, L. G. **Abordagem “Goal Management Training” no desenvolvimento das Funções Executivas em adolescentes com queixas de disfunções executivas**. 2018. 111 f. Dissertação (Distúrbios do Desenvolvimento) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- Oliveira, T. D. O. *et al.* Propriedades psicométricas do Teste dos Cinco Dígitos para o contexto brasileiro: estudo preliminar com a população adulta. In: I Congresso da Sociedade Brasileira de Neuropsicologia Jovem, 2014.
- Papalia, D.E.; Feldman, R.D. **Desenvolvimento humano**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- Paraná, C. M. D. O. B. **Avaliação neuropsicológica de Funções Executivas em adultos após traumatismo cranioencefálico**. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Parsons, T. D. *et al.* Assessment of Executive Functioning Using Virtual Reality: Virtual Environment Grocery Store. **Gerontechnology**, v. 7, n. 2, p. 186-189, 2008.
- Pasquali, L. Testes referentes a construto: teoria e modelo de construção. In: _____. **Instrumentação Psicológica. Fundamentos e Práticas**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 165-198).
- Paula, J. J.; Paiva, G. C. C.; Costa, D. S. Use of a modified version of the switching verbal fluency test for the assessment of cognitive flexibility. **Dementia & neuropsychologia**, v. 9, p. 258-264, 2015.
- Piaget, J. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. **Human Development**, v. 15, p. 1–12, 1972.
- RasPELLI, S. *et al.* Validating the Neuro VR-based virtual version of the Multiple Errands Test: preliminary results. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 21, n. 1, p. 31-42, 2012.
- Renison, B. *et al.* The Ecological and Construct Validity of a Newly Developed Measure of Executive Function: the Virtual Library Task. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 18, p. 440-450, 2012.

- Renner, A. M. *et al.* Etapas de construção de tarefa para avaliação da Working Memory: N-Back visual para crianças de 6 a 12 anos. **XI Salão de Iniciação Científica PUCRS**, p. 1617-1620, 2010.
- Ribeiro, M.; Zanardi, T. O novo Ensino Médio e a liberdade de escolha. **Educação (UFSM)**, 45, v. 1, p. e100 - 120, 2020.
- Rizzo, A. A. *et al.* The Virtual Classroom: a Virtual Reality Environment for the Assessment and rehabilitation of attention deficits. **CyberPsychology & Behavior**, v. 3, n. 3, p. 484-503, 2000.
- Rosário, P.; Núñez, J. C.; Gonzalez-Pienda, J. **Auto-regulação em crianças sub-10: Projecto Sarilhos do Amarelo**. Porto: Porto Editora, 2007.
- _____. *et al.* Eficacia del programa «(Des) venturas de Testas » para la promoción de un enfoque profundo de estudio. **Psicothema**, v. 22, n. 4, p. 828–834, 2010.
- Rose, N. S. *et al.* Cognitive processes in the Breakfast Task: Planning and monitoring. **Canadian Journal of Experimental Psychology**, v. 69, n. 3, p. 252, 2015.
- Sá, V. L. **Gamificação de Teste Ecológico Executivo Virtual para Jovens de Ensino Médio**. Orientadora: Georgia M. de Castro Santos. 2018. 44 f, il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design), Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/23042>>, Acesso em 12 out. 2020.
- Satler, C. E. **Influência da Emoção Sobre o Desempenho de Funções Executivas em Testes Neuropsicológicos Tradicionais e Computadorizados na Doença de Alzheimer**. 2012. 115 f, il. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Seabra, A. G. *et al.* Modelos de Funções Executivas. In: (Ed.). **Inteligência e Funções Executivas: avanços e desafios para a avaliação neuropsicológica**. São Paulo: Menmon, 2014a, p.171-182.
- _____. *et al.* Funções Executivas e desempenho escolar. In: (Ed.). **Inteligência e Funções Executivas: avanços e desafios para a avaliação neuropsicológica**. São Paulo: Menmon, 2014b, p.41-55.
- Sedó, M. A. '5 digit test': a multilinguistic non-reading alternative to the Stroop test. **Revista de Neurologia**, v. 38, n. 9, p. 824-828, 2004.
- Shallice, T. I. M.; Burgess, P. W. Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. **Brain**, v. 114, n. 2, p. 727-741, 1991.
- Simão, A. N. P. *et al.* Comparação do desempenho de estudantes em instrumentos de atenção e Funções Executivas. **Rev. Psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 171-180, 2010.
- Smith, E. E.; Kosslyn, S. M. Executive Processes. In: _____.; _____.(Ed.). **Cognitive Psychology: Mind and Brain**: Pearson Higher, 2006. Cap. 7, p.103-146.
- Squire, L. R. *et al.* The Prefrontal Cortex and Executive Brain Functions. In: (Eds.). **Fundamental Neuroscience**. 3rd Edition. London: Academic Press, 2008. Cap. 52, p.1199-1222.
- Stuss, D.T.; Kaplan; E.F., Benson; D.F., Weir, W.S.; Naeser, M.A.; Levine, H.L. Long-term effects of prefrontal leucotomy - An overview of neuropsychologic residuals. *Journal of Clinical Neuropsychology*, v. 3, p.13-32, 1981.

- Taboada, N.G. **A implementação de jogos de regras no cotidiano escolar como forma de estimulação das Funções Executivas**. 2009. 98 p. Tese Dissertação (Mestrado em Psicologia), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- Tanguay, A. N. *et al.* Cooking breakfast after a brain injury. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 8, p. 1-12, 2014.
- Trentini, C. M.; Yates, D. B.; Heck, V. S. **Escala Wechsler Abreviada de Inteligência - WASI: manual, adaptação e padronização brasileira**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2014.
- Uehara, E.; Charchat-Fichman, H; Landeira-Fernandez, J. Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, 2013, v. 5, n. 3, p. 25-37.
- Victório, S. S.; Miranda, M. C. R.; Marques, R. N. A importância da avaliação formativa em Feiras de Ciências. **Revista Online de Política e Gestão Educacional**, v. 24, n. 1, 2020, p. 210-223.
- Wechsler, D. **Escala Wechsler de Inteligência para Crianças: WISC-IV**. Manual Técnico. Tradução do manual original Maria de Lourdes Duprat. 4. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2013.
- Willingham, D. T. Three problems in the marriage of neuroscience and education. **Cortex**, v. 45, p. 544-545, 2009.
- Yates, D.B. *et al.* Apresentação da escala de inteligência Wechsler abreviada (WASI). **Avaliação Psicológica**, v. 5, n. 2, p. 227-233, 2006.
- Zelazo, P. D.; Craik, F. I. M.; Booth, L. Executive function across the life span. **Acta Psychologica**, v. 115, p. 167-183, 2004.
- Zelazo, P.; Qu, L.; Muller, U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early language development. In: Schneider, W.; Schumann-Hegsteler, R.; Sodian, B. (Eds.), **Young children's cognitive development: Interrelations among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associate, p. 71-93, 2005.
- Zimmermann, N. *et al.* Brazilian preliminary norms and investigation of age and education effects on the Modified Wisconsin Card Sorting Test, Stroop Color and Word test and Digit Span test in adults. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 9, n. 2, p. 120-127, 2015.
- Zuchinali, D. *et al.* A criança com dificuldade de aprendizagem: triagem psicológica na escola. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 9, n. 1, 2021.

APÊNDICE A

Instrumento para a análise de juízes (semântica) para avaliar a clareza das instruções da versão piloto preliminar do Teste Executivo Ecológico-Virtual (TEEV).

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Prezado especialista,

Estamos elaborando um instrumento para a avaliação das Funções Executivas (FE) no formato de um jogo, que compreende a medida da habilidade de planejamento. De acordo com os autores Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, Wager (2000) e Diamond (2013), as Funções Executivas possuem três componentes centrais (memória operacional, controle inibitório e flexibilidade cognitiva), que de forma integrada dão suporte a diversas habilidades executivas, entre elas, a de planejamento. Gostaríamos de convidá-lo(a) para participar como juiz deste instrumento, em fase de Análise de Conteúdo.

Este jogo propõe a execução de 16 tarefas pelos sujeitos, limitadas por um conjunto de 12 regras, com o objetivo mensurar o planejamento, a memória operacional, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva, no contexto escolar (estudantes de Ensino Médio, de 14 a 18 anos). O jogo será realizado em uma escola virtual, na forma de uma simulação da preparação para uma apresentação em sala de aula ou em uma Feira de Ciências (a definir). O tema e o objetivo da apresentação serão definidos após a análise de entrevistas a serem realizadas com estudantes de Ensino Médio, a fim de que ambos sejam o mais motivador e próximo do cotidiano possível.

A memória operacional permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. Envolve a realização de operações mentais, como reordenar itens, relacionar ideias ou fatos e realizar cálculos.

O controle inibitório consiste em uma função de auto-controle, responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. Envolve a inibição de pensamentos ou memórias não desejados, a capacidade de focar a atenção em estímulos específicos, o controle de comportamentos para resistir a tentações durante um período prolongado e ainda, a seleção de respostas motoras adequadas para diferentes estímulos.

A flexibilidade cognitiva consiste na capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. Envolve a habilidade de adaptar estratégias e de utilizar experiências anteriores para conduzir situações novas, realizar rearranjos que permitam a elaboração de novos comportamentos, alterar a perspectiva de visualização de um problema ou um estímulo, aproveitar oportunidades e realizar duas ou mais tarefas simultaneamente, alternando a execução dos comportamentos adequados para cada uma.

O planejamento utiliza-se dos três constructos anteriores como suporte para elaborar e executar sequências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Antes do jogo, haverá um *tour* guiado pelo ambiente virtual. Os estudantes irão receber um mapa da escola virtual e serão apresentados a um “tutorial” sobre a interação com o ambiente. Esse tutorial irá explicar como o participante irá se deslocar pela escola, como abrirá as portas, como poderá pegar os objetos e obter informações dos mesmos, entre outros. Após a familiarização com o ambiente, o estudante irá indicar ao experimentador que deseja iniciar o jogo. As instruções serão fornecidas por escrito e oralmente por uma professora (virtual) por meio de uma animação.

Sua tarefa consiste em avaliar a **clareza** das instruções: o quanto elas são diretas, objetivas e claras para a população-meta. Você poderá sugerir alguma adequação nas próprias instruções ou na redação de sua análise.

Com o instrumento você também está recebendo um termo de participação livre e consentida. Pedimos a gentileza de que devolva junto com a avaliação. Pedimos, ainda, sua compreensão em não divulgar este instrumento, por se tratar de um jogo que terá caráter sigiloso.

Após a leitura deste documento, pedimos a gentileza de que abra o arquivo intitulado TEEV instruções - Análise de juízes. Para responder a essa escala, salve-o em seu computador, preencha os dados e re-encaminhe para este e-mail, junto com o termo. Ao final, contamos com sua colaboração para deletar o instrumento de seu computador e reforçamos a necessidade de total sigilo do jogo.

Muito obrigada pela contribuição.

Nome do juiz (opcional): _____

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Instruções:

Antes do jogo, haverá um *tour* guiado pelo ambiente virtual. Os estudantes irão receber um mapa da escola e serão apresentados a um “tutorial” sobre a interação com o ambiente. Esse tutorial irá explicar como o estudante irá se deslocar pela escola, como abrirá as portas, como poderá pegar os objetos e obter informações dos mesmos, entre outros. Após a familiarização com o ambiente, o estudante irá indicar ao experimentador que deseja iniciar o jogo.

O jogo irá começar com as instruções informadas por uma professora (virtual):

“Prezado(a) aluno(a),

Você irá participar de uma simulação. Você irá simular o processo de preparação para a apresentação de um seminário (ou feira de ciências) sobre **tema** (a definir). Para isso, você deverá realizar uma lista de tarefas e obedecer a um conjunto de regras. Uma das tarefas será selecionar materiais bibliográficos que tratem dos **subtemas 1, 2, 3 e 4**. Você deve memorizar esses subtemas agora. Quando estiver pronto, pressione a barra de espaços para continuar”.

“Alguns materiais bibliográficos estão na sua mochila (virtual), dentro da sala de aula. Os outros materiais podem ser encontrados por meio dos computadores da biblioteca (virtual). Você deverá imprimir todos os materiais digitais relacionados aos subtemas da sua apresentação. Também deverá anotar a referência de localização dos materiais físicos nas estantes. A referência de localização dos materiais poderá ser anotada no bloco de rascunhos, que estará disponível na tela durante todo o jogo. Você também pode usar esse espaço para anotar qualquer outra informação que quiser, com exceção dos nomes dos materiais bibliográficos e dos nomes dos subtemas. Pressione a barra de espaços para continuar”.

“Existem quatro tipos de materiais disponíveis: livros, anotações das aulas em seu caderno, informações retiradas da *internet* e reportagens de revistas ou jornais. Cada material poderá conter a fonte das informações e a indicação de sua qualidade. Isso significa que alguns materiais poderão deixar de apresentar as fontes. Você poderá ver o nome do material, clicando no campo correspondente. A qualidade dos materiais será indicada por estrelas, que significam:

☆☆☆: material bom (completo)

☆☆: material regular (razoavelmente completo)

☆: material ruim (incompleto)

Abaixo, há um exemplo de como você irá ver os materiais.

Reportagem de jornal
Nome: clique para ver
Fonte: não disponível
Qualidade: ☆☆☆

Pressione a barra de espaços para continuar”.

“As tarefas que você deverá realizar e as regras que você deverá seguir são apresentadas nas listas abaixo (as listas das tarefas e do conjunto de regras serão apresentadas). Você poderá ter acesso às tarefas e às regras nos ícones correspondentes no canto superior esquerdo da tela a qualquer momento que desejar. Pressione a barra de espaços para continuar”.

“Durante o jogo, você deverá monitorar duas barras que estarão constantemente presentes na tela: o indicador de fome/sede e o indicador de cansaço. Os dois indicadores começarão vazios e irão enchendo¹ ao longo do jogo.

¹ O indicador de fome terá, no máximo, 7 barras, enquanto o indicador de cansaço, 10 barras. Uma barra será acrescentada a cada minuto (A informação dessa nota de rodapé não será disponibilizada aos participantes).

Para esvaziar o indicador de fome/sede, você deverá se alimentar ou beber água. Você pode comprar comida e água na lanchonete da escola (virtual) e beber água nos bebedouros. Além disso, na sua mochila você também carrega alguns lanches e uma garrafa com água.

Para esvaziar o indicador de cansaço, você deverá conversar com um colega (virtual). Você não deve deixar que os indicadores fiquem cheios. Pressione a barra de espaços para continuar”.

“Agora, você deverá elaborar um plano (sequência de ações) para a realização das tarefas. Você pode memorizá-lo ou anotá-lo aqui, caso sinta necessidade (a janela para anotar o plano será apresentada). Caso você escolha escrever o plano, você **não** deverá anotar os nomes dos subtemas. Você poderá acessar o plano escrito a qualquer momento do jogo clicando no ícone correspondente. Lembre-se de que você também tem acesso às listas de tarefas e regras nos respectivos ícones. Pressione a barra de espaços para continuar”.

“Quando você terminar as tarefas, deverá me encontrar na sala dos professores, clicar no botão ‘encerrar jogo’ e informar ao experimentador que terminou. Avise a ele se ficou com alguma dúvida em relação ao jogo e quando desejar começar”.

Tarefas:

1. Alimentar-se ou beber água antes que o indicador de fome/sede esteja cheio.
2. Conversar com um colega (virtual) antes que o indicador de cansaço esteja cheio.
3. Reorganizar as tarefas propostas em ordem cronológica de realização.
4. Reservar uma mesa da biblioteca para se preparar para a apresentação com a bibliotecária (virtual).
5. Tarefa “oculta”: Selecionar um material para substituir o material escolhido para o subtema 2, pois após selecionado aparecerá a mensagem: “Esse material está danificado. Selecione outro material para este subtema”.
6. Montar um roteiro para a apresentação dos subtemas na ordem que você julgar melhor.
7. Memorizar os nomes dos materiais selecionados e anotá-los em ordem alfabética.
8. Pesquisar no computador da biblioteca quais materiais estão disponíveis para cada subtema.
9. Pegar a sua mochila na sala de aula.
10. Imprimir todos os materiais digitais disponíveis para cada subtema no computador da biblioteca.
11. Pegar todos os materiais disponíveis para cada subtema nas estantes.
12. Selecionar apenas um material bibliográfico de cada um dos subtemas para se preparar para apresentação.
13. Entregar o roteiro de apresentação para a professora (virtual) na sala dos professores.
14. Organizar todos os materiais bibliográficos relacionados aos subtemas na mesa da biblioteca reservada.
15. Anotar as referências de localização de todos os materiais físicos disponíveis para cada subtema.
16. Pegar emprestado (com a bibliotecária) todos os materiais selecionados para cada subtema.

Regras:

1. Realizar todas as tarefas na ordem que desejar;
2. Levar o menor tempo possível para realizar as tarefas, porém sem correr excessivamente;
3. Ver o nome dos materiais apenas uma vez;
4. Selecionar apenas materiais que indicam suas fontes;
5. Selecionar o material mais completo possível para cada subtema;

APÊNDICE B

Instrumento para a análise de juízes (semântica e de conteúdo) para avaliar a clareza (considerando-se o estrato mais baixo da população-meta) e os construtos dos itens da versão piloto preliminar do Teste Executivo Ecológico-Virtual (TEEV).

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Prezado especialista,

Estamos elaborando um instrumento para a avaliação das Funções Executivas (FE) no formato de um jogo, que compreende a medida da habilidade de planejamento. De acordo com os autores Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, Wager (2000) e Diamond (2013), as Funções Executivas possuem três componentes centrais (memória operacional, controle inibitório e flexibilidade cognitiva), que de forma integrada dão suporte a diversas habilidades executivas, entre elas, a de planejamento. Gostaríamos de convidá-lo(a) para participar como juiz deste instrumento, em fase de Análise de Conteúdo.

Este jogo propõe a realização de 16 tarefas pelos sujeitos, limitadas por um conjunto de 12 regras, com o objetivo mensurar o planejamento, a memória operacional, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva, no contexto escolar (estudantes de Ensino Médio de 14 a 18 anos).

A memória operacional permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. Envolve a realização de operações mentais, como reordenar itens, relacionar ideias ou fatos e realizar cálculos.

O controle inibitório consiste em uma função de auto-controle, responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. Envolve a inibição de pensamentos ou memórias não desejados, a capacidade de focar a atenção em estímulos específicos, o controle de comportamentos para resistir a tentações durante um período prolongado e ainda, a seleção de respostas motoras adequadas para diferentes estímulos.

A flexibilidade cognitiva consiste na capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. Envolve a habilidade de adaptar estratégias e de utilizar experiências anteriores para conduzir situações novas, realizar rearranjos que permitam a elaboração de novos comportamentos, alterar a perspectiva de visualização de um problema ou um estímulo, aproveitar oportunidades e realizar duas ou mais tarefas simultaneamente, alternando a execução dos comportamentos adequados para cada uma.

O planejamento utiliza-se dos três construtos anteriores como suporte para elaborar e executar seqüências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Sua tarefa consiste em analisar dois aspectos de cada item:

a) **Adequação do item ao construto:** verificação do construto avaliado por item, tendo como base a definição apresentada. Para realizar esta análise de conteúdo, assinale com um "X" o construto que você considera ser avaliado pelo item analisado. Se considerar que o conteúdo do item não apresenta relação com os construtos apresentadas, deixe-o em branco (não marque nada).

b) **Clareza:** avaliação do quanto esses itens são diretos, objetivos e claros para a população-meta. Para esta avaliação, assinale com um "X" se a tarefa/regra se adequa ou não aos critérios de construção de itens. Você poderá sugerir alguma adequação, caso queira.

Para facilitar essas atividades, em cada página do instrumento serão encontradas as definições constitutivas das facetas. Sugestões são bem vindas e devem ser feitas no próprio instrumento de avaliação.

Com o instrumento você também está recebendo um termo de participação livre e consentida. Pedimos a gentileza de que devolva junto com a avaliação. Pedimos, ainda, sua compreensão em não divulgar este instrumento, por se tratar de um jogo que terá caráter sigiloso.

Após a leitura deste documento, pedimos a gentileza de que abra o arquivo intitulado **IEEV – Análise de juizes**. Para responder a essa escala, salve-o em seu computador, preencha os dados e re-encaminhe para este e-mail, junto com o termo. Ao final, contamos com sua colaboração para deletar o instrumento de seu computador e reforçamos a necessidade de total sigilo do jogo.

Muito obrigada pela contribuição.

Nome do juiz (opcional): _____

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Memória operacional: permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. **Controle inibitório:** função de auto-controle responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. **Flexibilidade cognitiva:** capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. **Planejamento:** utiliza-se dos três constructos anteriores como suporte para elaborar e executar seqüências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as conseqüências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Nº	Item (tarefas)	Análise de Conteúdo			Análise semântica		
		Memória operacional	Controle inibitório	Flexibilidade cognitiva	Planejamento	Adequado	Inadequado
1	Reorganizar as tarefas propostas em ordem cronológica de realização.						
2	Pegar a sua mochila na sala de aula.						
3	Reservar uma mesa da biblioteca com a bibliotecária (virtual).						
4	Pesquisar no computador da biblioteca quais materiais estão disponíveis para cada subtema.						
5	Imprimir todos os materiais digitais disponíveis para cada subtema no computador da biblioteca.						
6	Anotar as referências de localização de todos os materiais físicos disponíveis para cada subtema.						
7	Pegar todos os materiais disponíveis para cada subtema nas estantes.						
8	Organizar todos os materiais bibliográficos disponíveis na mesa da biblioteca reservada.						
9	Selecionar apenas um material bibliográfico de cada um dos subtemas para se preparar para apresentação.						
Observações:							

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Memória operacional: permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. **Controle inibitório:** função de auto-controle responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. **Flexibilidade cognitiva:** capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. **Planejamento:** utiliza-se dos três constructos anteriores como suporte para elaborar e executar sequências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Nº	Item (tarefas)	Análise de Conteúdo			Análise semântica		
		Constructo	Concordo	Discordo	Sugestão de constructo	Adequado	Inadequado
10	Tarefa "oculta": Selecionar um material para substituir o material escolhido para o subtema 2, pois após selecionado aparecerá a mensagem: "Esse material está danificado. Seleccione outro material para este subtema".						
11	Memorizar os nomes dos materiais selecionados e anotá-los em ordem alfabética.						
12	Pegar emprestado (com a bibliotecária) todos os materiais selecionados para cada subtema.						
13	Entregar o roteiro de apresentação para a professora (virtual) na sala dos professores.						
14	Alimentar-se ou beber água antes que o indicador de fome/sede esteja cheio.						
15	Conversar com um colega (virtual) antes que o indicador de cansaço esteja cheio.						
16	Montar um roteiro para a apresentação dos subtemas na ordem que você julgar melhor.						
Observações:							

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Memória operacional: permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. **Controle inibitório:** função de auto-controle responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. **Flexibilidade cognitiva:** capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. **Planejamento:** utiliza-se dos três constructos anteriores como suporte para elaborar e executar sequências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Nº	Item (regras)	Análise de Conteúdo			Análise semântica		
		Constructo	Concordo	Discordo	Sugestão de constructo	Adequado	Inadequado
1	Realizar todas as tarefas na ordem que desejar.						
2	Levar o menor tempo possível para realizar as tarefas, porém sem correr excessivamente.						
3	Ver o nome dos materiais apenas uma vez.						
4	Selecionar apenas materiais que indicam suas fontes.						
5	Selecionar o material mais completo possível para cada subtema.						
6	Se houver dois ou mais materiais com a mesma qualidade e que indicam suas fontes, escolha o que você preferir.						
7	Se você percebeu que desobedeceu a uma regra, continue o jogo da melhor forma que puder. Saiba que a cada regra desobedecida, sua pontuação final irá diminuir. Mas você perde mais pontos se deixar de fazer alguma tarefa.						
8	Entrar na sala de aula apenas uma vez.						
Observações:							

TESTE EXECUTIVO ECOLÓGICO-VIRTUAL

Memória operacional: permite a manipulação de informações memorizadas, mantendo-as em mente enquanto forem necessárias para a execução de uma tarefa. **Controle inibitório:** função de auto-controle responsável por inibir tendências inapropriadas de respostas a determinados estímulos. **Flexibilidade cognitiva:** capacidade de lidar com mudanças ou novidades no ambiente enquanto se executa uma ou mais tarefas voltadas para um objetivo. **Planejamento:** utiliza-se dos três constructos anteriores como suporte para elaborar e executar seqüências de ações (planos) de forma a atingir um objetivo, monitorar as ações e antecipar as consequências destas ao longo da execução do plano e ao final, avaliar todo o processo e o cumprimento (ou não) do objetivo.

Nº	Item (regras)	Análise de Conteúdo			Análise semântica		
		Constructo	Concordo	Discordo	Sugestão de constructo	Adequado	Inadequado
9	É proibido entrar nas salas da diretoria e da coordenação.						
10	É proibido comer, beber água e conversar dentro da biblioteca.						
11	Não falar com o examinador a não ser que isso faça parte do exercício.						
12	Informar ao experimentador quando terminar o exercício.						
Observações:							