

# DESEMPENHO DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS EM ADOLESCENTES: ESTUDO DE INTERVENÇÃO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Gleyna Lemos Leonez de Araújo; Cíntia Alves Salgado Azoni

DOI: 10.5935/0103-8486.20200006

**RESUMO – Objetivo:** Avaliar a influência da Robótica Educacional (RE) nas funções executivas de adolescentes por meio do uso da ferramenta LEGO Mindstorms®. Trata-se de estudo longitudinal, de intervenção, de natureza predominantemente quantitativa. **Método:** Participaram 14 adolescentes, de 15 a 16 anos de idade, estudantes de escolas da cidade de Natal, RN, divididos em Grupo Controle (GC) e Grupo de Estudo (GE). Para a avaliação pré e pós-intervenção, as funções executivas foram medidas por instrumentos distintos a fim de mensurar seus diferentes componentes, tais como: controle inibitório, por meio do Teste dos Cinco Dígitos/*Five Digits Test (FDT)*; Memória de Trabalho (MO), com a utilização dos Blocos de Corsi; capacidade de planejamento, avaliada pela tarefa Torre de Londres e; flexibilidade cognitiva, por meio do Wisconsin e FDT. Para a intervenção, o GE participou de oficinas com a ferramenta de RE LEGO Mindstorms®, no total de 36 encontros de 60 minutos cada. Todos os participantes do GE foram submetidos à mesma forma de uso da ferramenta, com um professor capacitado. **Resultados:** Houve diferença estatística significativa nas funções executivas de Controle Inibitório ( $p < 0,01$ ;  $r = 0,75$ ), Flexibilidade Cognitiva ( $p < 0,01$ ;  $r = 1,50$ ) e Planejamento ( $p < 0,001$ ;  $r = 3,87$ ). **Conclusão:** Tais resultados evidenciam que a RE possui efeito de melhoria nas funções executivas de flexibilidade cognitiva, controle inibitório e planejamento. As medidas de memória operacional não apresentaram significância estatística. Pesquisas longitudinais futuras podem incluir análise de generalização e medidas de *follow-up* para a intervenção.

**UNITERMOS:** Neuropsicologia. Adolescentes. Estudo de Intervenção.

---

Gleyna Lemos Leonez de Araújo – Mestrado em Psicologia; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

Cíntia Alves Salgado Azoni – Pós-doutorado em Ciências Médicas; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

---

Correspondência

Gleyna Lemos Leonez de Araújo  
UFRN/CCHLA

Programa de Pós-Graduação em Psicologia  
Campus Universitário – Lagoa Nova – Caixa Postal  
1622 – Natal, RN, Brasil – CEP 59078-970  
E-mail: gleynalemos@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico é marca da geração contemporânea que já nasce inserida em um contexto social caracterizado pela presença dele em sua vida. Desde o acordar, com um despertador digital, até o modo de comunicação diária, estamos cercados de tecnologia, que também perpassa nossa forma de aprendizado.

O uso de vídeos e computadores no ambiente escolar é mecanismo de aprendizado bastante conhecido e faz parte de boa parcela de instituições de ensino. A nova geração de crianças e adolescentes tem grande interesse pelas ferramentas e jogos eletrônicos e se torna cada vez mais difícil mantê-las distantes dessas tecnologias<sup>1</sup>.

Desse modo, é necessário problematizar a utilização da tecnologia no ambiente educacional, aproveitando-se do fascínio que o "eletrônico" provoca nos jovens e, assim, tornar o aprendizado um processo mais interessante. Nesse contexto, a Robótica Educacional (RE) tem se afirmado como instrumento pedagógico no ensino de diversas temáticas curriculares para distintas faixas etárias<sup>2</sup>.

A RE se baseia no uso de um aplicativo de computador que programa um robô criado pelos alunos e tem como objetivo a resolução de desafios propostos aos robôs que foram desenvolvidos. Nessa ferramenta, os alunos, em grupo, desenvolvem desde a montagem do robô, por meio da leitura de instruções presentes no material de apoio, até a programação, que possui graus de complexidade distintos de acordo com os níveis e idades<sup>3-5</sup>.

Essa ferramenta pedagógica pressupõe a existência de materiais de apoio como os kits educacionais, *softwares*, motores e sensores para os robôs<sup>6</sup>, além de implicar na existência de alunos, professores e ferramentas de suporte na montagem, automação e controle dos dispositivos.

É importante ressaltar que, neste processo, o professor atua como parceiro, deixando de ser o único provedor de informações, uma vez que o aluno pode, por si só, analisar se a execução está sendo realizada de forma correta, propondo soluções através da análise da programação.

O potencial de ensino prometido por esse instrumento é, de fato, impressionante. Ao se analisar a literatura existente, diversos autores apontam a RE como um facilitador de ensino para alunos e professores<sup>7</sup>. Dentre os benefícios atribuídos a essa técnica, destacam-se a utilização de habilidades de pensamento, tais como o raciocínio lógico e o pensamento abstrato, a comunicação verbal e linguística, o raciocínio lógico-matemático, o raciocínio espacial e interpessoal, além de outras habilidades, como a capacidade de seguir instruções e habilidades motoras finas<sup>2</sup>.

Para as Neurociências, as habilidades que envolvam uma ação direcionada a um objetivo transformam este em resultado<sup>8</sup>. O aprender por meio da prática se torna fundamental, não somente para saber fazer, mas para entender e ter a capacidade de explicar como e porquê se agiu daquela forma diante da situação-problema<sup>8,9</sup>. Logo, aprender fazendo é a melhor forma para se consolidar o aprendizado, pois o conhecimento é obtido por meio da ação<sup>9</sup>.

Ventura<sup>10</sup> afirma ainda que, do ponto de vista da aprendizagem, quando o aprender se orienta por metas, como planejamento, tomada de decisão e execução de planos, atividades-base da forma de ensino utilizada na RE, as funções recrutadas com maior exigência são as executivas, que se caracterizam por determinarem comportamentos complexos. Dessa forma, optou-se por direcionar o estudo para a análise do desenvolvimento dessas funções, de modo a investigar melhor o potencial que esta possui.

Segundo Eslinger<sup>11</sup>, Função Executiva (FE) é um conceito neuropsicológico recente e se relaciona com a organização do conteúdo, possibilitando à pessoa formular planos, definir metas e controlar as variáveis. Goldberg<sup>12</sup> compara as Funções Executivas a um maestro cerebral, uma vez que elas facilitam o ordenamento e a gestão das outras habilidades cognitivas. Essas funções possuem um alto valor adaptativo e têm vários processos cognitivos atuando de modo integrado a elas, como o planejamento, controle inibitório, tomada de decisões, flexibilidade cognitiva, memória operacional, atenção, categorização, fluência, criatividade e tomada de decisão<sup>13</sup>.

Diamond<sup>14</sup> propõe um modelo de FE com os componentes básicos primeiramente propostos por Miyake et al.<sup>15</sup>, quais sejam: inibição, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Contudo, a autora afirma que a flexibilidade envolve, em determinada extensão, as habilidades de memória de trabalho e inibição, no momento em que, para solucionar um problema a partir de uma nova perspectiva, seria necessário inibir um conceito prévio e ativar na memória de trabalho uma nova abordagem. Ela ainda adiciona ao modelo as Funções Executivas de Alto-Nível, que seriam o planejamento, o raciocínio e a resolução de problemas; construídas a partir dos constructos nucleares.

Outras abordagens existentes na conceitualização de FE propõem um estudo dessas funções a partir do ponto de vista cognitivo e socioafetivo. Zelazo et al.<sup>16</sup> propuseram a teoria das funções executivas quentes e frias, afirmando que as FE, assim como os sistemas neurais que as suportam, variam em função da significância motivacional. Essa teoria denomina de “frios”, os aspectos relacionados à cognição, comumente associados ao córtex pré-frontal; as FE “quentes”, por sua vez, seriam aquelas relacionadas a aspectos afetivos, geralmente associadas ao córtex orbitofrontal e outras regiões mediais.

Na presente pesquisa foi utilizado como base o conceito que descreve três funções executivas básicas, propostas por Miyake et al.<sup>15</sup> e por Diamond<sup>14</sup>, quais sejam: inibição ou controle inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva, acrescido da dimensão de planejamento, utilizada no modelo primeiramente proposto por Lezak<sup>17</sup> e que mais adiante foi incorporado por Adele Diamond, no que a autora denominou como uma das funções de alto nível.

O desenvolvimento das Funções Executivas se inicia por volta dos 3 aos 5 anos e permanece em evolução até a idade adulta. A infância é o berço de seu desenvolvimento e na adolescência esta fase se torna mais lenta, sugerindo maior estabilidade dessas funções na idade adulta. Sua importância reside no fato de serem necessárias ao rápido e flexível ajuste de comportamento de acordo com as exigências do meio externo<sup>18</sup>.

Sob a ótica da vertente teórica cognitivista, há uma relação entre idade e FE, estruturada nos modelos de desenvolvimento cognitivo, como: as teorias de processamento da informação, sistema atencional, modelos de processamento da memória, habilidades de raciocínio e resolução de problemas, ou seja, as diferentes operações mentais necessárias para a execução de determinadas tarefas<sup>19-21</sup>.

Nesta perspectiva, Cosenza & Guerra<sup>22</sup> afirmam que existe uma correspondência do desenvolvimento do córtex pré-frontal que ocorre em diferentes fases, entre o nascimento e os 2 anos de idade, dos 7 aos 9 anos e, já no final da adolescência, entre 15 e 19 anos. Essa área possui maturação lenta e continua a se modificar significativamente até a adolescência por meio de processos, como a ramificação de dendritos e a formação/eliminação de sinapses. Existem ainda modificações importantes na comunicação com outras regiões, com alterações progressivas na mielinização dos axônios que constituem os feixes de diálogo entre o córtex pré-frontal e as demais áreas com as quais possui conexões.

Desta forma, o estudo do desenvolvimento das funções executivas durante a adolescência possui respaldo em pesquisas relacionadas ao amadurecimento do córtex pré-frontal e sua relação direta com o das funções executivas, contribuindo para que a escolha da amostra da população estudada incidisse nos alunos por volta dos 15 anos.

De modo geral, percebe-se que o potencial de desenvolvimento da capacidade cognitiva visto na robótica perpassa pelo conceito das funções executivas. No entanto, é possível notar que os estudos neuropsicológicos das FE em adolescentes são escassos, sendo mais comuns em crianças e adultos. Sendo assim, é importante que se atente para essa faixa etária, uma vez que as FE estão em constante desenvolvimento e podem ser aprimoradas neste período do desenvolvimento.

Em artigo de revisão de literatura científica publicada sobre o uso da robótica nas escolas, Benitti<sup>23</sup> sugeriu que pesquisas futuras avaliassem

especificamente o uso da robótica como uma ferramenta para o desenvolvimento de habilidades (como as de pensamento e de resolução de problemas). O autor afirmou que a elaboração de ferramentas de avaliação para esta área e sua aplicação a uma amostra significativa é uma pesquisa interessante e necessária.

A realização desse estudo se justifica pelo fato das ferramentas educacionais que utilizam a tecnologia estarem envolvidas no cotidiano de adolescentes com aceitação positiva, sendo interessante investigar se há eficácia desta ferramenta na área educacional e de reabilitação, trazendo assim benefícios para esta população.

Sendo assim, as ferramentas, como a LEGO Mindstorms®, podem ser eficazes no processo de "alfabetização robótica"<sup>24</sup>, bem como, devido a suas características pedagógicas, preocupadas com o desenvolvimento cognitivo e ético da criança e do adolescente e não somente com o ensino tecnológico. Portanto, o objetivo deste estudo é verificar a influência da RE sobre as funções executivas controle inibitório, memória de trabalho, planejamento e flexibilidade cognitiva de adolescentes estudantes de escolas da cidade de Natal, Rio Grande do Norte.

## MÉTODOS

Trata-se de estudo longitudinal, de intervenção, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CAAE nº 80266417.5.0000.5292, protocolo nº 2.484.396.

### Participantes

Para inclusão na fase seletiva dos participantes de ambos os grupos, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos pais dos adolescentes que participaram do estudo, bem como assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pelos adolescentes.

Nesta fase também foi aplicado o questionário Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), desenvolvido pela Associação Brasileira

de Empresas de Pesquisa<sup>25</sup>, a fim de analisar e equiparar o nível socioeconômico dos grupos. O CCEB indica o poder aquisitivo de indivíduos e famílias urbanas, baseado em dados sobre itens de posse destas famílias (bens duráveis), pela quantidade de cômodos da casa, se a família possui empregados domésticos mensalistas e pelo nível de escolaridade do chefe familiar. A classificação da população brasileira, segundo o questionário, encontra-se dentre seis estratos socioeconômicos denominados, de modo crescente: A, B1, B2, C1, C2 e DE. O nível socioeconômico predominante entre os grupos estudados foi a classe C2.

Critérios de inclusão utilizados para ambos os grupos foram: a) idade entre 15 e 16 anos e 11 meses; b) assiduidade nas escolas; c) possuir desempenho cognitivo e intelectual entre as classificações médio e médio superior, segundo a avaliação do WASI<sup>26,27</sup>; d) avaliação completa das funções executivas. Somente para o GE acrescentou-se o critério: e) participar e ter frequência maior que 90% nas aulas de robótica educacional com a ferramenta LEGO® Mindstorms®.

Utilizou-se como critério de inclusão as classificações do WASI<sup>26,27</sup> entre médio e médio superior, como modo de homogeneizar o momento pré-intervenção, evitando valores de QI baixos (QI médio inferior) e muito baixos (QI limítrofe e QI extremamente baixo), bem como valores muito altos (QI superior).

A amostra do Grupo de Estudo (GE) foi composta por conveniência, visto que os alunos foram selecionados em uma escola que trabalha com a Robótica Educacional, o Serviço Social da Indústria (SESI). Já os estudantes do Grupo Controle (GC) foram escolhidos de acordo com as características do GE, visando pareamento quanto à condição socioeconômica, nível de escolaridade, sexo e idade. A idade média dos participantes do Grupo Controle foi 15,9 (DP 0,39) e do Grupo Estudo foi de 15,6 (DP 0,32).

A amostra foi composta por 14 participantes de duas escolas da cidade de Natal, com quatro estudantes do sexo feminino e três do masculino) para o GE e a mesma composição para o GC. Ambas

as escolas são particulares, com características de ensino semelhantes para minimizar prováveis viés quanto aos estímulos recebidos pelos alunos.

Após o término da pesquisa, os participantes do GC receberam a mesma intervenção, considerando os critérios éticos da pesquisa.

### Instrumentos

- I. Controle inibitório: Teste dos Cinco Dígitos/*Five Digits Test* – *FDT*<sup>28</sup>. Esse teste permite o reconhecimento da automação progressiva de uma tarefa e a capacidade de alternância entre uma regra e outra. O *FDT* utiliza rotinas de leitura e contagem de números; nele, solicitam-se quatro tarefas: a leitura de dígitos de 1 a 5; a contagem de quantidades de 1 a 5; a capacidade em ignorar uma rotina de processamento automática (leitura de dígitos) para uma controlada (contagem de dígitos) em estímulos incongruentes; e a capacidade de alternância entre os processos de leitura e de contagem. Neste teste foi utilizada, para fins de análise, a pontuação bruta referente ao índice "Inibição", que é calculada subtraindo-se a Pontuação Direta (PD) referente ao índice do Processo Controlado *Escolha* pela PD referente ao índice do Processo Automático *Leitura*.
- II. Memória de trabalho: Blocos de Corsi<sup>29,30</sup>: O instrumento consiste em um tabuleiro de madeira com 9 blocos distribuídos irregularmente e numerados de modo que somente o examinador possa identificá-los. A avaliação consiste em duas etapas; na primeira, o examinador toca com o dedo indicador uma série de blocos, na velocidade de um bloco por segundo e, logo em seguida, o sujeito deve apontar os blocos na mesma ordem em que foram assinalados pelo examinador. Na segunda, o avaliando deve tocar os blocos na ordem inversa a que o avaliador apontou. Nesta atividade, utilizou-se para fins de análise a pontuação bruta referente à "Ordem Direta" e

à "Ordem Inversa". O instrumento não possui normatização brasileira, dessa forma, foram utilizados os dados do Grupo Controle para fins comparativos.

- III. Planejamento: Torre de Londres<sup>31,32</sup>: consiste na transposição, em um suporte de madeira com três pilares para encaixe, de três esferas de cores distintas (vermelha, azul e verde), a partir de uma posição inicial fixa, a fim de alcançar uma configuração específica, com um número mínimo de movimentos. Para fins de análise, a pesquisa fez uso da pontuação bruta total. O instrumento não possui dados normativos para a faixa etária pesquisada; dessa forma, foram utilizados os dados do Grupo Controle para fins comparativos.
- IV. Flexibilidade cognitiva: *Wisconsin Card Sorting Test* – *WCST*<sup>33</sup> (tradução e adaptação de Cunha e equipe<sup>34</sup>): o instrumento consiste em dois conjuntos de 64 cartas cada (em sua versão manual). As letras são compostas pela combinação de três tipos de atributos: forma (triângulo, estrela, cruz e círculo), cor (vermelho, azul, verde e amarelo) e número (um, dois, três ou quatro elementos). A tarefa é distribuir os cartões de acordo com um critério, por exemplo, a cor. Quando o sujeito faz dez respostas corretas consecutivas, ele recebe uma categoria e, a partir da última, o critério de classificação é alterado sem aviso prévio. Se você continuar a classificar os cartões com o critério da categoria anterior, está pontuando erros persistentes. Neste teste, foram utilizados, para fins de análise, os escores percentuais do item "Respostas perseverativas", que reflete a "densidade" ou concentração de erros perseverativos (quando o participante insiste em responder a uma característica do estímulo que é incorreta) em relação ao desempenho global do teste. Esse escore é calculado ao dividir-se o escore bruto respectivo pelo escore bruto de Número de Ensaios Administrados, multiplicando o resultado por 100.

### Procedimentos

Para a intervenção, foi utilizado o kit de Robótica Educacional LEGO Mindstorms®. Este material contém fascículos com a introdução gradual do modo de programação utilizado e cada aula é composta por um desafio diferente que vai desde a construção de um robô específico com o passo a passo (módulos iniciais) até a proposição de um robô capaz de executar determinadas ações.

A disciplina é ministrada sempre em grupo de quatro alunos, em que cada um tem uma função: programador (elabora a programação do robô); organizador (organiza as peças na maleta, assessorando o trabalho do montador); montador (constrói o projeto); apresentador/líder (organiza a mesa, auxilia na pesquisa, relata e faz a apresentação do projeto para a turma). Em cada aula há um rodízio de funções, de modo que o mesmo aluno possa passar pelos diversos papéis ao longo da disciplina.

O processo de intervenção ocorreu durante 8 meses, com o total de 36 encontros, de 60 minutos cada. As intervenções foram realizadas pelo professor da disciplina de Oficinas Tecnológicas, sem participação ou observação do pesquisador.

### RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados referentes às avaliações realizadas nos momentos distintos (pré-intervenção e pós-intervenção) e entre os grupos investigados (GE e GC) (Tabela 1).

Analisando-se a Tabela 1, com relação aos resultados apresentados para a medida de Controle Inibitório, avaliada através do *Five Digits Test (FDT)*, é possível verificar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) apenas nas médias do GE entre os momentos de verificação para a variável testada. Os tamanhos de efeito aqui averiguados exibiram altos valores ( $r > 0,5$ ).

Referente aos resultados obtidos no percentil de respostas Perseverativas do teste Wisconsin - WCST (Tabela 2), utilizado para avaliar a habilidade de flexibilidade cognitiva, percebeu-se que as comparações entre os grupos em um dado momento não revelaram diferenças significativas entre eles, exceto para as médias de flexibilidade cognitiva obtidos com o WCST no momento pós-intervenção.

Nas comparações entre os momentos para um mesmo grupo, encontramos diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) apenas nas médias do GE para a variável testada. Os tamanhos de efeito aqui averiguados exibiram altos valores ( $r > 0,5$ ).

Para as medidas concernentes a planejamento, avaliadas por meio do teste Torre de Londres - TOL (Tabela 3) foi possível notar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) apenas nas médias do GE entre os momentos de verificação para a variável testada. Os tamanhos de efeito aqui averiguados exibiram altos valores ( $r > 0,5$ ).

Para os resultados referentes à Memória de Trabalho (Ordem Indireta), avaliada pelo Blocos de Corsi (Tabela 4), não foram obtidas diferenças significativas em nenhuma das comparações

**Tabela 1** – Medidas descritivas e inferenciais do desempenho no Controle Inibitório obtido através do FDT (*Five Digits Test*) entre os grupos nos momentos distintos de verificação.

FDT	Momento	Grupo Controle		Grupo Intervenção		t teste <sub>1</sub>	p valor
		$\chi$ (dp)	[Min-Máx]	$\chi$ (dp)	[Min-Máx]		
CI	Pré	19,8 (13,2)	[6,0-43,0]	13,4 (4,4)	[6,0-19,0]	<b>-1,205</b>	<b>n.s.</b>
	Pós	15,4 (9,6)	[6,0-33,0]	7,1 (6,1)	[3,0-18,0]	<b>-1,924</b>	<b>n.s.</b>
	t teste <sub>2</sub>	<b>1,603</b>		<b>3,792</b>			
	P valor	<b>n.s.</b>		<b>&lt;0,01 (r=0,75)</b>			

CI=Controle Inibitório;  $\chi$ =média; (dp)=desvio padrão; [Min-Máx]=valor mínimo e máximo encontrados na variável; t teste<sub>1</sub>=valor t para teste independente; t teste<sub>2</sub>=valor t para teste pareado; n.s.=não significativo para  $p < 0,05$ ; r=tamanho do efeito.

**Tabela 2 – Medidas descritivas e inferenciais do desempenho na Flexibilidade Cognitiva (FDT e WCST) entre os grupos nos momentos distintos de verificação.**

	Momento	Grupo Controle		Grupo Intervenção		t teste <sub>1</sub>	p valor
		χ (dp)	[Min-Máx]	χ (dp)	[Min-Máx]		
FC (FDT)	Pré	30,7 (9,9)	[17,5-43,0]	27,1 (6,3)	[14,0-34,0]	<b>0,807</b>	<i>n.s.</i>
	Pós	25,1 (11,1)	[11,0-43,0]	15,9 (8,0)	[6,0-28,0]	<b>1,794</b>	<i>n.s.</i>
	t teste <sub>2</sub>	<b>1,794</b>	<b>4,344</b>				
	p valor	<i>n.s.</i>	<b>&lt;0,01 (r=0,60)</b>				
FC (WCST)	Pré	23,4 (7,2)	[12,0-33,0]	17,3 (2,1)	[15,0-20,0]	<b>2,168</b>	<i>n.s.</i>
	Pós	21,3 (9,2)	[11,5-35,0]	10,4 (3,6)	[5,0-16,0]	<b>2,895</b>	<b>&lt;0,05<sup>(r=0,64)</sup></b>
	t teste <sub>2</sub>	<b>1,299</b>	<b>5,894</b>				
	p valor	<i>n.s.</i>	<b>&lt;0,01 (r=1,50)</b>				

FC (FDT)=Flexibilidade Cognitiva (*Five Digits Test*); FC (WCST)=Flexibilidade Cognitiva (*Wisconsin Card Sorting Test*); χ=média; (dp)=desvio padrão; [Min-Máx]=valores mínimos e máximos encontrados na variável; t teste<sub>1</sub>=Valor t para teste independente; t teste<sub>2</sub>=valor t para teste pareado; *n.s.*=não significativo para  $p<0,05$ ; r=tamanho de efeito.

**Tabela 3 – Medidas descritivas e inferenciais do desempenho no teste de planejamento através do ToL (*Tower of London*) obtidos pelos grupos nos momentos distintos de verificação.**

	Momento	Grupo Controle		Grupo Intervenção		t teste <sub>1</sub>	p valor
		χ (dp)	[Min-Máx]	χ (dp)	[Min-Máx]		
ToL	Pré	29,3 (2,8)	[26,0-33,0]	26,1 (3,0)	[22,0-31,0]	<b>2,034</b>	<i>n.s.</i>
	Pós	29,6 (2,9)	[27,0-35,0]	32,4 (3,2)	[27,0-37,0]	<b>-1,770</b>	<i>n.s.</i>
	t teste <sub>2</sub>	<b>0,167</b>	<b>11,116</b>				
	p valor	<i>n.s.</i>	<b>&lt;0,001 (r=3,87)</b>				

χ=média; (dp)=desvio padrão; [Min-Máx]=valores mínimos e máximos encontrados na variável; t teste<sub>1</sub>=Valor t para teste independente; t teste<sub>2</sub>=valor t para teste pareado; *n.s.*=não significativo para  $p<0,05$ .

**Tabela 4 – Medidas descritivas e inferenciais do desempenho na Função Executiva relativas à Memória de Trabalhos Viso-Espacial (CORSI) entre os grupos e os momentos de verificação.**

CORSI	Momento	Grupo Controle		Grupo Intervenção		t teste <sub>1</sub>	p valor
		χ (dp)	[Min-Máx]	χ (dp)	[Min-Máx]		
OD	Pré	8,3 (1,1)	[7,0-10,0]	7,6 (2,2)	[4,0-11,0]	<b>0,760</b>	<i>n.s.</i>
	Pós	7,7 (1,9)	[5,0-10,0]	7,7 (1,7)	[5,0-10,0]	<b>0,000</b>	<i>n.s.</i>
	t teste <sub>2</sub>	<b>0,934</b>	<b>-0,240</b>				
	p valor	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>				
OI	Pré	6,9 (2,7)	[2,0-10,0]	5,3 (2,1)	[3,0-9,0]	<b>1,215</b>	<i>n.s.</i>
	Pós	6,0 (2,6)	[3,0-10,0]	6,1 (2,0)	[4,0-10,0]	<b>-0,117</b>	<i>n.s.</i>
	t teste <sub>2</sub>	<b>0,849</b>	<b>1,114</b>				
	p valor	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>				

CORSI=Tarefa de Blocos de Corsi (1972); OD=Ordem Direta; OI=Ordem Indireta; χ=média; (dp)=desvio padrão; [Min-Máx]=valores e máximos encontrados nas variáveis; t teste<sub>1</sub>=valor t para teste independente; t teste<sub>2</sub>=valor t para teste pareado; *n.s.*=não significativo para  $p<0,05$ .

realizadas para estas variáveis. Assim, as médias aqui averiguadas, apesar de ligeiramente diferentes, numa análise qualitativa, em que se percebe discreto incremento para o GE, não podem ser analisadas sob uma ótica de significância estatística, apenas em nível de análise indicativa.

## DISCUSSÃO

A presente pesquisa investigou o impacto da prática da Robótica Educacional, em adolescentes, sobre as funções executivas de planejamento, flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho.

A partir das habilidades investigadas, notou-se, neste trabalho, que o grupo de estudo mostrou tamanho de efeito estatisticamente grande em flexibilidade cognitiva, controle inibitório e planejamento; sugerindo que a intervenção com Robótica Educacional possa ter aprimorado essas funções. Analisando-se os resultados estatísticos, é possível presumir que as diferenças entre as médias para o Grupo de Estudo se devam ao tratamento empregado a ele e que existem grandes chances de encontrarmos resultados semelhantes em populações de mesmas características.

Esses resultados se assemelham aos achados em estudos similares de intervenção em FE, em que se utilizaram estratégias como o protocolo *Goal Management Training* (GMT) e robô educativo, cujos resultados demonstram maiores benefícios de treino para as FE de inibição<sup>35-37</sup>, flexibilidade cognitiva<sup>35</sup> e planejamento<sup>35,38</sup>. Com relação à memória de trabalho, foi verificado tamanho de efeito pequeno no GE, ainda que se observe resultado positivo sobre essa medida.

Esse achado converge com estudos que tiveram como foco investigar o impacto que determinadas habilidades possuem no desenvolvimento de FE em crianças, como o realizado por Menezes et al.<sup>39</sup> e em adolescentes<sup>35</sup>, em que não foi possível verificar correlação forte entre os métodos de intervenção utilizados e o incremento da memória de trabalho. Ainda em outro estudo<sup>40</sup>, foi encontrada diferença estatística no

limite da significância para esta habilidade, em que o autor apontou a necessidade de ajustes na intervenção e ampliação da pesquisa. Observa-se que, com relação à intervenção com RE, são necessários novos estudos para que se possa aferir com maior precisão as implicações sobre essa habilidade nos adolescentes. Por outro lado, pesquisa conduzida por Di Leto et al.<sup>37</sup> com pré-escolares evidenciou resultado positivo para incremento da Memória de Trabalho após intervenção com robô infantil *Bee-Bot*.

Conforme a teoria de Diamond<sup>14</sup> sobre as FE, as habilidades nucleares dessas funções são o controle inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade; essa última constituída a partir das anteriores. O planejamento, para a autora, seria uma FE considerada complexa, para a qual o indivíduo necessita primeiramente definir uma meta e, mentalmente, estabelecer os passos para sua conclusão. Essa habilidade é componente central a qualquer tarefa de resolução de problemas, principalmente àquelas que envolvem soluções originais<sup>31</sup>.

Relacionando-se os resultados ora apresentados com a teoria supracitada, é possível notar que uma função considerada de alto nível e cuja formação resulta da evolução das funções nucleares apresentou significância correlacional alta nos resultados obtidos nesse estudo: a função de planejamento. Um efeito maior no domínio executivo de Alto Nível seria esperado, uma vez que a intervenção com LEGO® Mindstorms® requer, para cada passo, antecipação mental da ação, seleção do comando do robô apropriado e atualização contínua da programação para obter o objetivo. Essa sucessão de processos cognitivos pode capacitar o planejamento, a inibição e a memória de trabalho (ainda que os resultados, para esse último domínio, não tenham se apresentado positivamente significantes no presente estudo).

Para Goldstein et al.<sup>41</sup>, a capacidade de possuir comportamentos orientados a metas – o que é vislumbrado na sequência do planejamento – é a principal característica das FE, o que reforça a dedução de que intervenções em que os resultados

apontem para o impacto sobre uma função complexa demonstram um incremento geral de habilidade executiva.

Quando resultados encontrados neste estudo são comparados a outros com intervenções com jogos virtuais, como videogames, nota-se que a intervenção com RE produz resultados mais próximos daqueles obtidos em intervenções com jogos feitos especialmente para treino cognitivo, como o *Brain Age* e o *Space Fortress*, que apresentaram efeito em FE frias, aquelas associadas a aspectos cognitivos, como alternância (flexibilidade). Por outro lado, intervenções com videogames em que se utilizaram outros tipos de jogos, como os de ação, não obtiveram resultados consistentes sobre ganhos em FE, de modo geral<sup>42</sup>, não podendo ser diretamente relacionados aos resultados encontrados nesse estudo. Tal fato se deve ao *feedback* concreto que os robôs possibilitam, impondo, mais do que jogos eletrônicos ou sociais, regras e inibição do comportamento impulsivo.

Pesquisas nas áreas tecnológicas e educacionais enfatizam o potencial que a RE possui em auxiliar os estudantes na resolução de problemas<sup>43,44</sup> e na autoeficácia<sup>45</sup>. Ademais, Malloy-Diniz et al.<sup>13</sup> afirmam ser exatamente a resolução de problemas a característica chave das FE, visto que permite ao indivíduo avaliar a eficiência das estratégias uma vez pensadas, abandonando-as ou mantendo-as, segundo os resultados obtidos no decorrer do percurso.

Ainda nessa perspectiva, cita-se a flexibilidade cognitiva e a inibição, substratos que também apresentaram forte incremento após intervenção com RE, enquanto funções diretamente recrutadas no decorrer das intervenções. A flexibilidade cognitiva é exercida principalmente quando o sujeito analisa a mesma atividade sob pontos de vista diferentes, mudando o foco atencional e as estratégias para adaptar-se às demandas do ambiente<sup>44</sup>.

Quando o adolescente se depara com os desafios propostos durante as oficinas de robótica, precisando recrutar informações diversas sobre a programação dos blocos de comando

(no ambiente de programação gráfica) que se adequem à resolução do problema proposto, é a flexibilidade cognitiva que atua, para que ele seja capaz de aplicar àquela problemática meios de resolução ainda não empregados com aquele fim. Para Miyake & Friedman<sup>46</sup>, essa função depende do controle inibitório e da MO para ser exercida, uma vez que alternar perspectiva exige inibição do modo de pensar anteriormente, necessitando ainda que se insira na MO uma nova forma de analisar a questão.

Como os adolescentes foram solicitados a cumprir uma meta, encontrar novas soluções para resolver problemas ou gerar novos caminhos no espaço com base em uma determinada regra, as atividades de RE trabalharam principalmente no componente estratégico e ativo de inibição e flexibilidade cognitiva, em vez do componente passivo da elaboração visuoespacial, avaliada pela Ordem Direta do blocos de Corsi<sup>37</sup>. Uma vez que FE se tratam de habilidades distintas, contudo interligadas<sup>17</sup>, ainda que os resultados apresentados para MO não possuam impacto semelhante àqueles vislumbrados para as demais funções, ao se analisar a formação hierárquica das FE<sup>47</sup>, é possível notar que resultados tão significativos em funções como planejamento e flexibilidade cognitiva apontam para uma probabilidade alta de que o incremento na MO, mesmo que pequeno, seja resultado da estimulação das FE proporcionado pela prática interventiva.

De modo geral, os resultados encontrados corroboram autores como Diamond<sup>14</sup>, para os quais as FE podem ser estimuladas sem intervenções diretas, mediante situações cotidianas, mostrando-se mais eficazes quando há um treino específico e sistematizado focado em objetivos. A partir do momento em que os adolescentes passam a ter metas específicas e desafiadoras a cada aula, a autonomia pela resolução dos problemas propostos evolui, fazendo com que eles consigam vislumbrar em uma perspectiva tridimensional (através do robô), as soluções propostas por eles para o problema. Nessas situações são permitidos erros em tentativas iniciais, visualizados

quase que instantaneamente, desde o instante em que ele executa a programação no ambiente virtual e ela reverbera através dos movimentos executados pelo robô criado pelo aluno. A cada novo planejamento no ambiente virtual, onde se imagina o que deve ser realizado no ambiente real, o estudante passa a fortalecer sua capacidade de pensamento abstrato<sup>7</sup>.

É razoável supor que os resultados acima mencionados foram obtidos porque o programa de RE, de acordo com a literatura sobre intervenções cognitivas, teve solicitações incrementais gradativamente mais difíceis e mais intensivas, duas características consideradas cruciais para a obtenção de benefícios importantes durante o treinamento cognitivo<sup>14,48</sup>.

Em estudo realizado durante 3 anos, Leonard et al.<sup>49</sup> encontraram que a autoeficácia dos participantes aumentou significativamente no ambiente combinado com robótica, quando comparado a um contexto somente com jogos. Isso denota que a intervenção com RE se difere dos jogos comuns e dos jogos digitais, pois combina não somente os comandos virtuais, através da programação, mas possibilita ao aluno vislumbrar no ambiente real a aplicação do que foi planejado.

Tais resultados reforçam a proposta desse estudo, uma vez que propõe a RE, uma ferramenta ao mesmo tempo virtual, pois exige programação em um computador, e real, pois possui componentes tridimensionais (os robôs e as peças que os compõem), enquanto ferramenta de intervenção em FE que se difere dos jogos tradicionais e das intervenções elaboradas unicamente para esse fim e ainda, segundo Campos<sup>1</sup>, promovendo uma melhor aceitação para os adolescentes e promovendo maior engajamento.

O presente estudo se mostra relevante para que se possibilite a investigação dos potenciais que ferramentas tecnológicas possuem no perfil executivo de jovens. Como limitações e direcionamentos para pesquisas posteriores, considera-se que sejam realizadas medidas de *follow-up* a fim de que se analise a manutenção dos ganhos obtidos e que se correlacione o desempenho comportamental e acadêmico dos

participantes com as métricas obtidas, de modo que seja possível obter o grau de generalização da ferramenta.

Assim, é preciso definir métodos que possibilitem medir a generalização dos ganhos da RE para atividades da vida real, atentando em formas de avaliar as mudanças comportamentais e escolares. Também são necessários estudos com maior número de participantes para obtenção de dados mais robustos sobre as funções executivas e RE, uma vez que os resultados se tornam mais precisos.

A despeito de tratar-se de um estudo de caráter inicial, ressalta-se a importância de reflexões sobre atividades dentro da escola que possibilitem ao aluno o desenvolvimento de Funções Executivas, uma vez que essas habilidades são consideradas importantes no sucesso profissional, acadêmico e pessoal se comparadas aos níveis de Quociente de Inteligência de um indivíduo<sup>50</sup>. Dessa forma, a revisão curricular e extracurricular das atividades dos adolescentes se faz necessária, frente às diversas pesquisas realizadas na área educacional e frente às demandas que a sociedade exige desses jovens.

## CONCLUSÕES

Como possíveis conclusões atinentes ao estudo, pode-se afirmar que a intervenção com Robótica Educacional por meio da ferramenta LEGO® Mindstorms® proporcionou impacto desenvolvimental nas funções executivas de controle inibitório, planejamento e flexibilidade cognitiva em adolescentes de 15 a 16 anos de idade. Exigem-se maiores estudos para aferir com precisão os efeitos da RE sobre a Memória de Trabalho, que não apresentou efeito estatisticamente significativo, mas em uma análise de tamanho de diferença foi possível constatar efeito médio numa análise intra-sujeitos.

A relevância do estudo consiste na proposição de um novo uso para uma ferramenta cuja aplicação já é realizada nas escolas e que possui aceitação positiva por partes de alunos e professores. Esse trabalho permitiu, assim, descrever uma proposta interventiva que visa melhorar as

habilidades de controle inibitório, planejamento e flexibilidade cognitiva em adolescentes, indicando um caminho para novas pesquisas que

visem estudar o uso dessa ferramenta e também abre possibilidades de intervenção em FE na adolescência.

### SUMMARY

Performance of executive functions in adolescents:  
Study of intervention with educational robotics

**Objective:** This study was to evaluate evaluative of Robotic Educational tools and plays of 15 years and 16 years, using the use of the LEGO Mindstorms® software. **Methods:** This is a longitudinal, interventional study of predominantly quantitative nature. The study included 14 adolescents, in the above age group, students from schools in the city of Natal, RN, Brazil, divided into Control Group (CG) and Study Group (GE). For the pre-postoperative evaluation, as FE was formed by distinct and distinct instruments, such as: Inhibitory control, through the Five Digits Test / Five Digits Test - FDT; working memory, with the use of Corsi Blocks; planning capacity, evaluated by the task of Tower of London and; cognitive flexibility, through Wisconsin and FDT. Intellectual performance was assessed using the Wechsler Abridged Intelligence Scale - WASI. For an intervention, the GE participated in workshops with a tool of RE LEGO Mindstorms®, in total 36 meetings of 60 minutes each. All GE participants were submitted to the same form of use of the tool, with a trained teacher. **Results:** There was a statistically significant difference in the executive functions of Inhibitory Control ( $p < 0.01$ ;  $r = 0.75$ ), Cognitive Flexibility ( $p < 0.01$ ;  $r = 1.50$ ) and Planning ( $p < 0.001$ ;  $r = 3.87$ ) **Conclusion:** These results evidenced that the impact of the influence on cognitive economy, inhibitory control and planning. The measures of memory were not statistically significant. Researchers were included in generalization analysis and follow-up measures for an intervention.

**KEYWORDS:** Neuropsychology. Executive Functions. Adolescents. Educational Robotics. Intervention.

### REFERÊNCIAS

1. Campos FR. Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. *Rev Ibero-Am Estud Educ.* 2017; 12(4):2108-21.
2. Castilho MI. Robótica na Educação: com que objetivo? [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012.
3. Melo MML. Robótica e Resolução de Problemas: uma experiência com o sistema *Legó Mindstorms* no 12º ano [dissertação]. Lisboa, Portugal: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação; 2009.
4. Lima WF. A robótica educacional no ensino de Química, elaboração, construção e aplicação de um robô imóvel no ensino de conceitos relacionados à tabela periódica. In: *Anais X Encontro de Educação Atividades Lúdicas*; 2012.
5. Rodrigues WS. Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas; 2015.

6. D'Abreu JVV. Uso da Automação no Contexto Educacional. *ComCiência*. 2005;1:1-5.
7. Zapata N, Novales M, Guzmán J. La robótica educativa como herramienta de apoyo pedagógico. Concepción: Universidad de Concepción; 2004 [acesso 2019 Mar 5]. Disponível em: [http://www2.cted.udec.cl/ftp2/post\\_tic2012/robotica/unidad0\\_ robo/doc/PaperCoPRobotica.pdf](http://www2.cted.udec.cl/ftp2/post_tic2012/robotica/unidad0_ robo/doc/PaperCoPRobotica.pdf)
8. Libâneo JC. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Rev Bras Educ*. 2004;27:5-24.
9. Galperin PI. Study of the intellectual development of the child. *Soviet Psychol*. 1989; 27(3):26-44.
10. Ventura DF. Um Retrato da Área de Neurociência e Comportamento no Brasil. *Psicol Teor Pesq*. 2010;26(n.spe):123-9.
11. Eslinger PJ. Desenvolvimento do cérebro e aprendizado. *Cérebro Mente*; 2003 [acesso 2019 Mar 5]. Disponível em: [http://www.cerebromente.org.br/n17/mente/brain-development\\_p.htm](http://www.cerebromente.org.br/n17/mente/brain-development_p.htm)
12. Goldberg E. *The Executive Brain: Frontal lobes and the civilized mind*. Oxford: Oxford University Press; 2001.
13. Malloy-Diniz LF, Fuentes D, Mattos P, Abreu N, orgs. *Avaliação Neuropsicológica*. Porto Alegre: Artmed; 2010.
14. Diamond A. Executive Functions. *Annu Rev Psychol*. 2013;64:135-68.
15. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol*. 2000;41(1):49-100.
16. Zelazo PD, Qu L, Müller U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In: Schneider W, Schumann-Hengsteler R, Sodian B, eds. *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind*. Mahwah, NJ: Erlbaum; 2005. p. 71-93.
17. Lezak MD. The problem of assessing executive functions. *Int J Psychol*. 1982;17(1-4):281-97.
18. Huizinga M, Dolan CV, van der Molen MW. Age-related change in executive function: Development trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*. 2006;44(11):2017-36.
19. Capovilla AGS. Contribuições da neuropsicologia cognitiva e da avaliação neuropsicológica à compreensão do funcionamento cognitivo humano. *Cad Psicopedag*. 2007; 6(11):1-24.
20. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cognitive neuroscience – The biology of the mind*. New York: Norton & Company; 2002.
21. Sternberg R. *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre: Artmed; 2008.
22. Cosenza RM, Guerra LB. *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed; 2011.
23. Benitti FBV. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. *Comput Educ*. 2012;58(3):978-98.
24. Ribeiro C, Coutinho C, Costa MF. A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. In: 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2011); 2011 Jun 15-18; Chaves, Portugal.
25. ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. *Critério de Classificação Econômica Brasil*. São Paulo: ABEP; 2015 [acesso 2019 Mar 5]. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>
26. The Psychological Corporation. *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence*. San Antonio: The Psychological Corporation; 1999.
27. Trentin CM, Yates DB, Heck VS. *Escala de Inteligência Wechsler Abreviada (WASI): Manual profissional*. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2014.
28. Sedó M, de Paula JJ, Malloy-Diniz LF. *O teste dos cinco dígitos*. São Paulo: Hogrefe; 2015.
29. Corsi PM. Human memory and the medial temporal. *Diss Abstr Int*. 1972;34(2):819B.
30. Isaacs EB, Vargha-Khadem F. Differential course of development of spatial and verbal memory span: A normative study. *Br J Dev Psychol*. 1989;7(4):377-80.
31. Krikorian R, Bartok J, Gay N. Tower of London procedure: A standard method and developmental data. *J Clin Exp Neuropsychol*. 1994;16(6):840-50.
32. Seabra AG, Dias NM, Berberian AA, Asséf ECS, Cozza HF. *Teste da Torre de Londres*. In: Seabra AG, Dias NM, orgs. *Avaliação Neuropsicológica Cognitiva: atenção e funções executivas*. Volume 1. São Paulo: Memnon; 2012. p. 109-32.

33. Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtiss, G. Wisconsin Card Sorting Test manual (revised and expanded). Odessa: Psychological Assessment Resources – PAR; 1993.
34. Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtiss G. Manual do Teste Wisconsin de Classificação de Cartas. Tradução: Cunha JA. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2005.
35. Nunes LG. Abordagem “Goal Management Training” no desenvolvimento das funções executivas em adolescentes com queixas de disfunções executivas [dissertação]. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie; 2018.
36. Cuberos-Urbano G, Caracuel A, Valls-Serrano C, Garcia-Mochón L, Gracey F, Vardejo-García A. A pilot investigation of the potential for incorporating lifelog technology into executive function rehabilitation for enhanced transfer of self-regulation skills to everyday life. *Neuropsychol Rehabil.* 2018; 28(4):589-601.
37. Di Lieto MC, Inguaggiato E, Castro E, Cecchi F, Cioni G, Dell’Omo M, et al. Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Comput Human Behav.* 2017;71:16-23.
38. Grant M, Ponsford J, Bennet PC. The application of Goal Management Training to aspects of financial management in individuals with traumatic brain injury. *Neuropsychol Rehabil.* 2012;22(6):852-73.
39. Menezes A, Dias NM, Trevisan BT, Carreiro LRR, Seabra AG. Intervention for executive functions in attention deficit and hyperactivity disorder. *Arq Neuropsiquiatr.* 2015;73(3):227-36
40. Cantiere CN. Intervenção em funções executivas em alunos dos três anos iniciais do ensino fundamental e sua relação com desempenho cognitivo e perfil comportamental [tese]. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie; 2018.
41. Goldstein S, Naglieri JA, Princiotta D, Otero T. Introduction: a history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. Goldstein S, Naglieri JA, eds. *The Handbook of Executive Functioning.* New York: Springer; 2014.
42. Nouchi R, Taki Y, Takeuchi H, Hashizume H, Akitsuki Y, Shigemune Y, et al. Brain training game improves executive functions and processing speed in the elderly: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2012; 7(1):e29676.
43. Eguchi A. What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. In: *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference; 2010 Mar 29; San Diego, CA, USA.* p. 4006-14.
44. Ioannou I, Charoula A. A Framework and an Instructional Design Model for the Development of Students' Computational and Algorithmic Thinking. In: *10<sup>th</sup> Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS); 2016 Sep; Paphos, Cyprus.*
45. Bers MU, Flannery L, Kazakoff ER, Sullivan A. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Comput Educ.* 2014;72:145-57.
46. Miyake A, Friedman NP. The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Curr Dir Psychol Sci.* 2012;21(1):8-14.
47. Luria AR. Higher cortical functions in man. New York: Basic Book; 1966.
48. Klingberg T, Forsberg H, Westerberg H. Training of working memory in children with ADHD. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2002; 24(6):781-91.
49. Leonard J, Buss A, Gamboa R, Mitchell M, Fashola OS, Hubert T, et al. Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *J Sci Educ Technol.* 2016;25:860-76.
50. Duckworth AL, Seligman ME. Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychol Sci.* 2005; 16(12):939-44.

---

*Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.*

*Conflito de interesses: As autoras declaram não haver.*

---

*Artigo recebido: 15/4/2019*

*Aprovado: 2/3/2020*

