

Relação entre a área de formação e o desempenho na prova da Torre de Hanói

Influence of University course on solving the Tower of Hanoi test

Ivo Rocha* e Filipa Ribeiro

Instituto Ciências da Saúde, Universidade Católica de Lisboa

Palavras-chave

Torre de Hanói;
Funcionamento Executivo;
Resolução de Problemas

Resumo

A Torre de Hanói é uma prova neuropsicológica, de funcionamento executivo, que fornece uma evidência clara da importância da criação de estruturas com objetivos e subobjetivos na resolução de problemas. Isto é, delinear mentalmente um trajeto entre o estado inicial e o final, permitindo antecipar eventos e as suas consequências, bem como monitorizar a proximidade

ao objetivo final (Eysenck & Keane, 2007).

Este trabalho tem como objetivo verificar o tempo e a capacidade de resolução da prova em dois cursos universitários distintos, Engenharia Eletrotécnica e Letras (Estudos Portugueses e Lusófonos). Parte-se do pressuposto de que o curso universitário influencia o modo como os alunos resolvem problemas, através da adaptação aos objetivos e matérias que são apreendidas durante a sua frequência. Colocou-se a hipótese de que os alunos do curso de engenharia resolveriam, em menos tempo e em menos jogadas, a prova, que os alunos de Letras. Os resultados corroboram a hipótese e demonstram assim maior capacidade de planeamento, utilização de pensamento estratégico, de resolução de problemas e flexibilidade cognitiva nos alunos de Engenharia Eletrotécnica. ◀◀

Keywords

Tower of Hanoi; Executive
Functioning; Problem
Solving

Abstract

The Tower of Hanoi is a neuropsychological test of executive functioning, which provides clear evidence of the importance of creating structures with goals and sub-goals in solving problems. That is, mentally draw a path between the initial and final state, allowing to anticipate events and their consequences, as well as monitoring the proximity to the ultimate goal (Eysenck & Keane, 2007).

This study aims to determine the timing and ability to solve the test in two different university courses, Electrical Engineering, and Letters (Portuguese and Lusophone Studies). We depart from the assumption that the university influences how students solve problems by adapting to the goals and themes that are learned during their time. We placed the hypothesis that students of the engineering course would solve the test in less time and for less moves, that students of Literature. The results corroborate the hypothesis and thus demonstrate greater capacity planning, use of strategic thinking, problem solving and cognitive flexibility in Electrical Engineering students. ◀◀

Introdução

Também conhecida por torre de bramanismo ou quebra-cabeças do fim do mundo, a torre de Hanói foi inventada e vendida como brinquedo, no ano de 1883, pelo matemático francês Edouard Lucas. A partir desta prova foi desenvolvida mais tarde, por Shallice e McCarthy, uma versão adaptada e mais simplificada, a torre de Londres (Batista, Adda, Miotto, Lúcia & Scaff, 2007).

A torre de Hanói tem como objetivo a transferência de discos (3 a 5), dispostos por ordem decrescente em pinos, de uma posição inicial para uma posição alvo, no menor número de movimentos possíveis. Para a sua resolução, o sujeito tem de seguir algumas regras que limitam a maneira como os discos podem ser movimentados de um pino para outro (Welsh & Huizinga, 2005).

A complexidade da prova passa pela realização de movimentos contra-intuitivos, ou seja, executar

* ivorocha9@gmail.com

movimentos na direção oposta à posição alvo, requerendo assim, planeamento da ação e inibição de respostas intuitivas (Bull, 2004, citado por Batista *et al.*, 2007). A falha em inibir essas respostas vai ter como consequência a não resolução da prova, ou a sua solução com movimentos e tempo de execução excessivos.

Existem, contudo, diferentes tipos de estratégias que os sujeitos podem utilizar para resolver o problema. A mais simples é denominada por *hill climbing* (subida ao monte), e consiste em mudar o estado presente do problema para um estado que esteja mais próximo do objetivo. Esta estratégia pode ser muito útil, mas falha quando a resolução do problema requer que o sujeito realize um passo contrário à direção da posição final, ou seja, um movimento contra-intuitivo (Unterrainer & Owen, 2006). Assim, a estratégia mais eficiente consiste na análise de meios e fins, que envolve dividir o problema em subproblemas, isto é, avaliar as diferenças entre estado final e inicial; formar subobjetivos para reduzir essas diferenças e escolher o operador mental para os atingir. Esta estratégia é muito mais exigente porque implica estabelecer e manter subobjetivos, de forma a diminuir o grau de diferença entre o estado atual e o final (Eysenck & Keane, 2007).

Desempenho a nível cognitivo

O termo “funções executivas” pode ser definido como um conjunto complexo de processos cognitivos especializados que controlam e regulam o pensamento e a ação (Danielsson, Henry, Rönnerberg & Nilsson, 2010). Embora os estudos das funções executivas sejam diversos na literatura neuropsicológica, nomeadamente em pacientes, como por exemplo, na doença de Alzheimer e em lesões no lobo frontal, não existe um consenso em relação à sua definição operacional e à própria delimitação do conceito (Zook, Davalos, DeLosh & Davis, 2004).

Sabe-se, contudo, que função executiva se refere à capacidade do sujeito se autodirecionar, ou seja, realizar comportamentos orientados a objetivos, através de ações voluntárias, independentes, auto-organizadas e direcionadas a metas específicas (Ardila & Ostrosky-Solís, 1996). As funções executivas, que segundo Lezak (2004) envolvem flexibilidade mental e memória de trabalho, estão entre os aspetos mais complexos da cognição, englobando processos de seleção e de integração de informações atuais com informações previamente memorizadas e

com as capacidades de planeamento, monitorização e flexibilidade cognitiva.

Segundo Miyake, *et al.* (2000), os estudos sobre funções executivas têm raízes históricas em estudos neuropsicológicos com pacientes com lesões no lobo frontal. Esta zona do córtex tem um papel fundamental no planeamento do comportamento (Unterrainer & Owen, 2006), ocupando quase um terço da sua massa total, mantendo relações múltiplas e recíprocas com diversas estruturas encefálicas. Os pacientes com lesões no lobo frontal tendem a demonstrar graves problemas em controlar e regular o seu comportamento, o que acarreta consequências no seu dia-a-dia. Na realização de tarefas cognitivas complexas, onde é exigida “intervenção” do lobo frontal, são notórios alguns défices por parte destes pacientes. Essa complexidade está presente na realização da prova de Hanói, sendo o seu desempenho sensível à lesão e disfunção do lobo pré-frontal, em diferentes populações clínicas com alterações que podem refletir disfunção pré-frontal, como a doença de Parkinson, o défice de atenção e hiperatividade e outros distúrbios psiquiátricos (Batista, *et al.*, 2007).

Referindo os estudos de Goel e Grafman (1995), em que contrastaram a aplicação da prova de Hanói a pacientes com lesões no lobo frontal e a um grupo controlo saudável, realizando nove tarefas, ordenadas pelo aumento da dificuldade. Como resultados obtiveram que os participantes do grupo de controlo tinham um desempenho significativamente melhor que os pacientes com lesões frontais. Estes últimos davam vários erros e faziam mais jogadas (nas tarefas simples, já que grande parte deles não realizava as mais complexas), demonstrando assim que esta população tem défices na realização da torre de Hanói. Esta prova integra-se assim, segundo Lezak (2004), nas baterias de avaliação das funções executivas, sendo considerada como importante ferramenta experimental e de diagnóstico na Neuropsicologia, tendo em conta que é um bom indicador da capacidade de planeamento e de resolução de problemas (Goel & Grafman, 1995).

De forma a apresentar o uso da Torre de Hanói como instrumento neuropsicológico, Lezak (2004) explica que os desafios cerebrais, por exemplo, realizar um quebra-cabeças ou qualquer tipo de enigma, permitem-nos avaliar as capacidades de planeamento. Para executar a prova de Hanói, é preciso que o sujeito encontre a solução mais direta e no menor número de movimentos possíveis, ou seja, deve conseguir prever as consequências dos

passos seguintes, de forma a determinar a ordem de movimentos necessários.

Assim, a torre de Hanói é um instrumento utilizado para a avaliação da capacidade de planeamento necessária para formular e executar estratégias, em concordância com um conjunto de regras e de forma a alcançar um objetivo imposto. Exige assim, organização e programação visuo-espacial de uma sequência de movimentos com base em regras impostas, pensamento estratégico e flexibilidade cognitiva (Danielsson, Henry, Rönberg & Nilsson, 2010).

Investigações neuropsicológicas demonstram que a resolução da prova está similarmente relacionada com medidas da inteligência fluida, memória de trabalho e inibição (Zook, 2004). Segundo o autor, a inteligência fluida dá um importante contributo para o desempenho das funções executivas, sendo que está associada à utilização da razão (usar a lógica tendo em vista o objetivo final) e da capacidade de resolução de problemas. A resolução da torre de Hanói coloca uma carga substancial na memória de trabalho, pois há necessidade de reter elementos de um plano sequencial (Pennington, 1996, citado por Batista *et al.*, 2007), que são depois usados para encontrar uma sequência de movimentos corretos.

Os estudos de neuroimagem demonstram o recrutamento do Córtex Pré-Frontal durante o desempenho desta prova, nomeadamente, Newman, Carpenter, Varma e Just (2003), através de estudos com a torre de Londres (que é cognitivamente semelhante à torre de Hanói), realizados em populações saudáveis e, fazendo recurso à Ressonância Magnética Funcional (RMf), observaram que a área pré-frontal direita pode estar envolvida na criação de estratégias, enquanto a área pré-frontal esquerda está envolvida na execução das mesmas. Também foi observado que a região parietal superior direita está mais envolvida em processos atencionais, enquanto a área homóloga esquerda está mais envolvida em processos visuo-espaciais. Outro estudo, com a utilização da torre de Londres e com recurso à Tomografia por Emissão de Positrões (TEP), com o objetivo de examinar os substratos neurais que intervêm nas capacidades cognitivas de aprendizagem, mostrou que o desempenho inicial desta tarefa está associado a aumento no fluxo sanguíneo nas regiões corticais pré-frontal dorsolateral, orbitofrontal, e parietal, esquerdas, assim como, no núcleo caudado, cerebelo e córtex pré-motor bilateral. Uma descoberta importante foi de que a atividade no núcleo caudado esquerdo

perdurava desde o início até ao fim do processo de aprendizagem sugerindo um papel importante deste núcleo na capacidade de aprendizagem. Verificou-se também que melhorias no desempenho da tarefa estavam associadas a diminuições de atividade no córtex orbitofrontal médio e frontopolar, áreas que se julga estarem associadas à tomada de decisão e monitorização da informação recebida por *feedback* (Beauchamp, Dagher, Aston & Doyon, 2003).

Apesar de a torre de Hanói ser um instrumento neuropsicológico bastante usado, encontra-se pouca informação na literatura em relação às normas de aplicação, cotação e interpretação. Os estudos que existem são difíceis de utilizar pois diferem quanto à forma de aplicação e à cotação do teste. Segundo Welsh e Huizinga (2005), essas variações incluem, por exemplo, a versão da prova (informática ou não), o facto de os sujeitos serem instruídos a pensar na estratégia antes de realizarem a tarefa; podem ocorrer ou não imposições de tempo. Noutras metodologias de aplicação da prova é dada aos sujeitos a possibilidade de treinar previamente uma versão mais fácil da prova, como em Numminem, Lehto e Ruoppiola (2001) o que pode levar a um efeito de aprendizagem que influencie os resultados. Apesar de não ser explícito na bibliografia a existência e magnitude desse efeito de aprendizagem, existem indicações nesse sentido (Bull, Espy, & Senn, 2004). Mais ainda, em alguns procedimentos de aplicação os sujeitos não treinam, mas veem o examinador a executar alguns passos como exemplo, o que pode também influenciar o desempenho da prova. Estas são, provavelmente, as grandes críticas que se podem fazer às formas de administração da prova. Para eliminar o possível efeito de aprendizagem, a forma de administração da prova que utilizámos neste trabalho não contemplou nenhuma destas possibilidades anteriores.

Baseado na estrutura, regras e exigências da prova, um desempenho com sucesso necessita que uma sequência de movimentos seja planeada, executada, monitorizada e revista à medida que se vai realizando a prova.

Espera-se que os sujeitos saudáveis com maiores capacidades de planeamento e capacidade de pensamento estratégico, em situações novas, com recurso a regras impostas externamente, tenham melhor prestação nesta prova. Com o objetivo de verificar a existência de diferenças nestas capacidades em sujeitos saudáveis, com desenvolvimento normal, decidiu-se comparar duas populações distintas do ensino superior: o curso de Engenharia Eletrotécnica

e o curso de Estudos Portugueses e Lusófonos (Letras).

As competências necessárias e desenvolvidas em cada um destes cursos são bastante diferentes. As competências do curso de Engenharia Eletrotécnica assentam numa base sólida de áreas científicas como a matemática e a física, onde é feito ao longo do curso uma estruturação do pensamento, nomeadamente na sua capacidade de abstração. O curso proporciona também um desenvolvimento de competências no raciocínio e na tomada de decisão em situações de informação incompleta e imprecisa. Comparativamente, o curso de Letras (Estudos Portugueses e Lusófonos) em que os objetivos são, respetivamente, dar aos alunos uma formação geral e interdisciplinar em Humanidades, através do estudo da cultura e da literatura, estudo da língua portuguesa e suas variantes não europeias e, ainda, aspetos essenciais da história, da filosofia e da geografia de Portugal e de outros países de língua oficial portuguesa, não desenvolvendo especificamente as outras capacidades anteriormente referidas. Considerámos pertinente utilizar estas duas populações para detetar possíveis diferenças no desempenho de uma prova que necessita das capacidades de planeamento, utilização de regras e de um pensamento estratégico, como a torre de Hanói.

O objetivo deste trabalho foi assim verificar a existência de possíveis diferenças nestes dois grupos, na prova referida. Para maximizar as diferenças provenientes do desenvolvimento das competências mencionadas foram selecionados apenas alunos que tivessem no mínimo três anos de frequência do curso. A hipótese colocada é de que os alunos de engenharia eletrotécnica terão melhor desempenho na prova, resolvendo-a de forma mais rápida e num menor número de jogadas que os alunos da Faculdade de Letras.

Método

Participantes

A amostra, de conveniência, é composta por quarenta participantes: Vinte estudantes da Faculdade de Letras (curso Estudos Portugueses e Lusófonos), e vinte estudantes do Curso de Engenharia Eletrotécnica. Todos os estudantes tinham no mínimo 3 anos de frequência universitária. A sua participação foi voluntária e completamente anónima. Todos os participantes são saudáveis. Foram considerados os

seguintes critérios de exclusão: história prévia de doenças neurológicas ou psiquiátricas, dificuldades de aprendizagem ou abuso de drogas. Nenhum dos alunos de letras conhecia a prova, enquanto alguns de eletrotécnica já tinham ouvido falar. No entanto nunca tinham realizado a prova ou sequer sabiam como esta se resolvia. O conhecimento no que diz respeito à prova, por parte destes alunos, limitava-se apenas ao nome, desta forma não foi considerado um fator que pudesse enviesar os resultados.

A prova: Torre de Hanói

A tarefa da torre de Hanói é uma medida da capacidade de planeamento que requer a formulação e a execução de estratégias respeitando um conjunto de regras, de forma a alcançar o objetivo final. É constituída por 3 hastes verticais, encontrando-se, inicialmente, na haste da esquerda 4 discos, com diâmetros diferentes, organizados por ordem decrescente de diâmetro. O objetivo é mover os discos, para a haste mais à direita, de forma a colocá-los com a mesma disposição/ordem inicial.

Procedimento

Antes da aplicação da torre de Hanói, foi preenchido um pequeno questionário, para recolha dos dados demográficos e pesquisa dos fatores de exclusão. A instrução de desempenho é a seguinte:

“O objetivo desta prova é mover os discos desta haste, para a haste mais à direita, até ficarem na mesma disposição. Para o fazer tem de cumprir obrigatoriamente duas regras:

- Um disco maior não pode estar em cima de um menor;
- Só pode mexer um disco de cada vez;

Tente realizar a prova no menor número de jogadas possíveis, e o mais rápido que conseguir.”

Os resultados analisados na prova são: o número de passos necessários para a realização da prova e o tempo despendido, na mesma.

Tabela 1 – Dados demográficos dos dois cursos

	Alunos de Letras	Alunos de Eletrotécnica
Homens	10	17
Mulheres	10	3
Idades (média; mínimo e máximo)	24 (21-30)	22 (21-25)

Figura 1. Diagrama em caixa de bigodes do número de jogadas por curso, com detecção de dois *outliers* em Electrotécnica (50 e 52 jogadas)

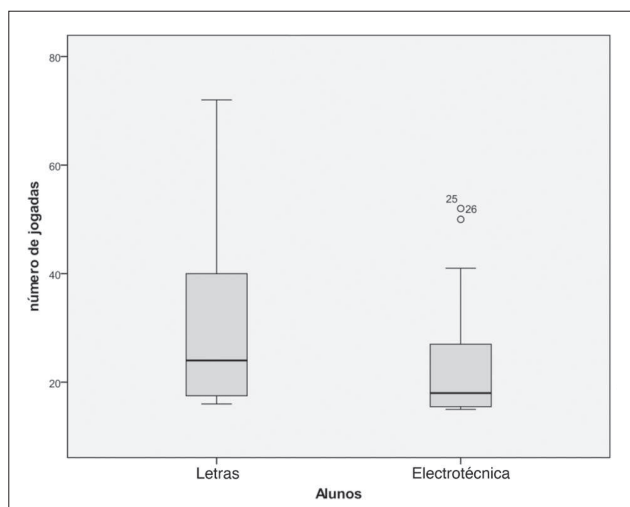
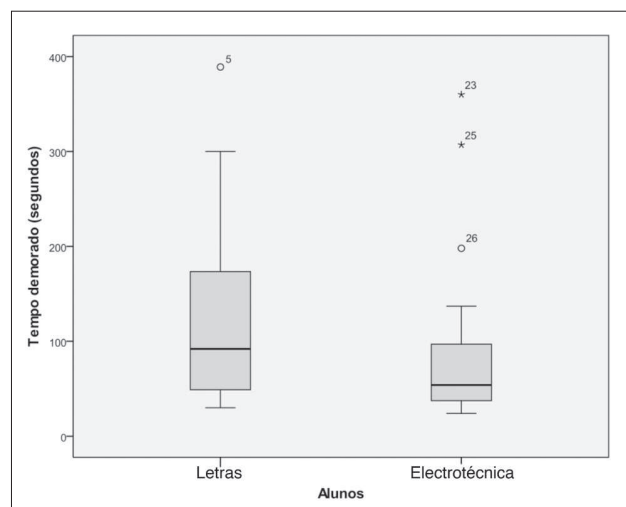


Figura 2. Comparação do tempo demorado a resolver a prova nos dois cursos, com detecção de dois *outliers* em Electrotécnica.



Resultados

A prova foi aplicada a 40 pessoas, 20 estudantes para cada curso, estando os dados demográficos na tabela 1.

Foi feita uma comparação do número de jogadas e do tempo despendido na prova entre os alunos de ambos os cursos. Uma análise descritiva da distribuição dos resultados mostra a existência de alguns *outliers* (figura 1 e 2), neste caso as médias e desvios-padrão não são boas medidas de tendência central, assim deve utilizar-se uma estatística robusta, como a média aparada a 5% (tabela 2).

Uma análise de ajustamento à distribuição normal, utilizando o teste Shapiro-Wilk, demonstra que a distribuição dos dados se afasta da distribuição normal ($p < 0.005$), devido então à existência de *outliers*, havendo uma grande disparidade entre as distribuições e, o facto de não existir normalidade, leva a que não possam ser usados testes paramétricos, sendo a alternativa o teste não-paramétrico Mann-Whitney para a comparação dos grupos.

Da tabela 2 podemos concluir que o número de jogadas dos alunos de Eletrotécnica é significativamente inferior ao dos alunos de Letras e que o tempo de resolução dos alunos do curso de

Tabela 2 – Comparação do número de jogadas e do tempo despendido na prova entre os alunos de ambos os cursos

	Alunos de Letras	Alunos de Eletrotécnica	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tailed)/2
Nº de jogadas	Média aparada a 5% – 29.72 Desvio-padrão – 17.7 Mínimo – 16 Máximo – 72	Média aparada a 5% – 22.33 Desvio-padrão – 11.839 Mínimo – 15 Máximo – 52	129.000	0.027
Tempo despendido (segundos)	Média aparada a 5% – 115.11 Desvio-padrão – 97.26 Mínimo – 30 Máximo – 389	Média aparada a 5% – 79.17 Desvio-padrão – 93.97 Mínimo – 24 Máximo – 360	136.500	0.043

Tabela 3 – Comparação do número de jogadas e tempo despendido entre sexos

	Mulheres (10)	Homens (10)	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tailed)
Nº de jogadas	Média aparada a 5% – 25.60 Desvio-padrão – 12.240	Média aparada a 5% – 36.70 Desvio-padrão – 21.050	32.000	0.173
Tempo despendido (segundos)	Média aparada a 5% – 97.90 Desvio-padrão – 67.425	Média aparada a 5% – 151.20 Desvio-padrão – 117.67	39,000	0.406

eletrotécnica é também inferior ao dos alunos do curso de Letras.

No grupo de letras a distribuição por sexo é equivalente (10 homens e 10 mulheres), pelo que se compararam os resultados entre sexos (tabela 3). Verifica-se, na análise descritiva, uma tendência para o sexo feminino resolver a prova em menos jogadas e em menos tempo que o masculino.

Discussão

Este estudo teve como objetivo verificar se existiam diferenças no número de jogadas e no tempo de resolução da torre de Hanoi, contrapondo alunos de dois cursos distintos: engenharia eletrotécnica e letras. Apesar de a amostra ser pequena (inferior a 30), conseguiu-se encontrar significância estatística que corroborasse a hipótese inicial. Existem várias explicações para estes resultados, os quais podem dever-se a uma influência da preparação que cada curso oferece, se tivermos em conta os objetivos de cada um. No entanto, não é de excluir a influência na escolha dos cursos, das aptidões cognitivas de cada aluno e a motivação/interesse pela matéria. Pois, já há algum tempo que os psicólogos cognitivos reconhecem uma ampla variedade de diferenças individuais na capacidade de resolução de problemas e raciocínio abstrato em jovens e adultos (Emick & Welsh, 2005). O que, segundo os mesmos autores, sugere que a maturação neurológica desempenhe um papel de relevo na formação destas capacidades. Sendo assim, os resultados estariam a mostrar diferenças anteriores à formação superior e não diferenças resultantes da frequência do curso.

De uma forma subjetiva, os dois grupos diferiram ainda na forma como abordaram a prova. Relativamente aos alunos de Letras (Estudos Portugueses e Lusófonos), quando estes eram abordados para a realização da torre de Hanói, ficavam bastante reticentes, sendo que uma grande maioria questionava se a prova era para avaliar a sua inteligência, pelo que tinha de ser reforçado que o objetivo principal era perceber os tipos de estratégias (tendo também em conta as jogadas), e não tanto o facto de conseguirem mudar as peças para a ordem requerida. Durante a resolução da prova, todos os alunos de letras questionaram várias vezes as suas capacidades, no entanto todos conseguiram realizá-la, o que os surpreendeu.

Os alunos de eletrotécnica reagiram melhor à aplicação da prova, aceitando realizá-la sem qualquer tipo de relutância. Uma grande diferença entre os

alunos de letras e os alunos de eletrotécnica é o facto de estes últimos nunca se deixarem desmotivar ou de perder o interesse, e também nunca ter sido posta em causa a possibilidade de não conseguirem resolver a prova.

Verificou-se que os alunos de letras eram inicialmente mais pensativos e depois grande parte deles ia realizando a prova por tentativa e erro. Esta forma de abordagem influenciou os seus resultados na medida em que resultava num maior número de erros e, consequentemente, mais passos, que por sua vez levava a um aumento do tempo para atingir o objetivo final, prejudicando o desempenho. O que é consistente com o referido por Janssen, De Mey, Egger e Witteman (2010), pois as restrições desta prova são favoráveis à criação espontânea de diversas estratégias de resolução de problemas, que variam na efetividade e podem explicar as diferenças individuais normais no seu desempenho. Ou seja, diferentes participantes podem aprender diferentes coisas no mesmo ambiente de tarefa (Janssen, De Mey, Egger & Witteman, 2010).

Por outro lado, nos alunos de eletrotécnica, foram notórios dois tipos diferentes de pensamento/comportamento perante a prova: alunos que desvalorizavam a prova, considerando-a como sendo de fácil resolução e sem definirem um pensamento estratégico começavam a resolvê-la. Porém, quando chegavam a um ponto em que não conseguiam avançar, paravam, pensavam durante algum tempo nos passos necessários e resolviam-na depois com rapidez. O outro grupo de alunos pensava inicialmente na estratégia e resolviam-na rapidamente – análise de meios e fins. Tendo em conta a estrutura subjacente à resolução da Torre de Hanói, a capacidade para induzir estratégias de recurso a objetivos é tipicamente preditiva de um desempenho mais efetivo (Lock, Welsh, Adams & Kurtz, 2002), tendo sido o que sucedeu aos alunos de Eletrotécnica.

Conclusão

Os presentes resultados revelam a existência de diferenças entre alunos do curso de Estudos Portugueses e Lusófonos, e alunos que frequentam o curso de Engenharia Eletrotécnica, na resolução da torre de Hanói, o que veio a corroborar a hipótese inicialmente proposta. As diferenças no desempenho encontradas demonstram a sensibilidade da prova da Hanói a diferentes formas de pensamento e estratégias cognitivas, sendo que os alunos de letras

tinham um desempenho por tentativa e erro, o que acarretava mais passos e, consequentemente, mais tempo para terminar a prova, enquanto os alunos de Eletrotécnica tinham um desempenho por análise de meios e fins, dividindo o objetivo final em subobjetivos, obtendo melhores resultados.

Uma das explicações para a diferença encontrada nos resultados pode ser atribuída à influência da formação que o curso proporciona, já que os alunos de eletrotécnica são preparados para desenvolverem uma boa capacidade de planeamento, de raciocínio, pensamento estratégico e tomada de decisão perante novas situações. Uma outra hipótese explicativa para os resultados seria a influência das aptidões cognitivas de cada aluno e a motivação/interesse destes na escolha dos cursos, isto é, estas capacidades já estavam desenvolvidas e condicionaram a escolha do curso. As duas explicações podem ser simultaneamente verdadeiras.

Apesar de à partida não estar definido como objetivo de estudo a variável “sexo”, optou-se por analisá-la no grupo que existia uma igualdade na distribuição. Verificou-se uma ligeira tendência para as mulheres serem mais rápidas e realizarem a prova em menos jogadas, o que é contraditório com o estudo de Wright, Hardie e Rodway (2004), o qual verificou que os homens completavam a prova mais rapidamente e em menos movimentos que as mulheres. Contudo, é necessário um estudo com maior amostra, sendo esta uma das maiores limitações do presente estudo, para confirmar ou não as diferenças aqui encontradas. A não utilização de uma medida de controlo da velocidade de processamento é também considerada uma limitação.

Para estudos futuros sugere-se a realização da prova em população saudável em frequência do 12º ano de escolaridade nas diferentes áreas, podendo ser comparados depois os resultados com população universitária, percebendo assim se existe já uma aptidão cognitiva que se manifeste na realização da prova, ou se esta surge com a influência da formação do curso universitário. Simultaneamente poderão ser aplicadas como forma de controlo do nível de inteligência geral, duas medidas de factor g, como as Matrizes Progressivas de Raven (que fornecem uma boa medida do rendimento intelectual não-verbal) e a prova de Semelhanças da Wais-III (prova de carácter verbal que avalia inteligência cristalizada).

Bibliografia

1. Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (1996). Diagnóstico del daño cerebral: enfoque neuropsicológico. Mexico: Editorial Trillas.
2. Batista, A. X., Adda, C. C., Miotto, E. C., Lúcia, M. C. & Scaff, M. (2007). Tower of london and tower of hanoi: Distinct contributions to the assessment of executive functioning. *J. Bras. Psiquiatr*, 52 (2). 134-139.
3. Beauchamp, M., Dagher, A., Aston, J. & Doyon, J. (2003). Dynamic functional changes associated with cognitive skill learning of an adapted version of the tower of London task. *Neuroimage*, 20. 1649-1660.
4. Bull, R., Espy, K. A. & Senn, T.E. (2004). A comparison of performance on the towers of london and hanoi in young children. *J Child Psychol Psychiatry*, 45, 723-54.
5. Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J. & Nilsson, L. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 31. 1299-1304.
6. Emick, J. & Welsh, M. (2005). Association between formal operational thought and executive function as measured by the tower of Hanoi-Revised. *Learning and Individual Differences*, 15, 177-188.
7. Eysenck, M. & Keane, M. (2007). *Cognitive Psychology: A student's handbook* (5ª Ed.). Psychology Press.
8. Goel, V. & Grafman, J. (1995). Are the frontal lobes implicated in “planning” functions? Interpreting data from the tower of hanoi. *Neuropsychologia*, vol. 33. pp. 623-642.
9. Janssen, G. T., De Mey, H. A., Egger, J. I. & Witteman, C. L. (2010). Celeration of executive functioning while solving the tower of Hanoi: Two single case studies using protocol analysis. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 10, pp. 19-40.
10. Lezak, M. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4ª Ed.). New York: Oxford. University Press.
11. Lock, C., Welsh, M. C., Adams, C. & Kurtz, A. (2002). Tower of hanoi: Influence of strategy instruction and extended practice on performance. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 229.
12. Miyake, A., Friedmann, N. P., Emerson, P., Witzki, J., Howerter, H. & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobes” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1). 49-100.
13. Newman, S., Carpenter, P., Varma, S. & Just, M. (2003). Frontal and parietal participation in problem solving in the tower of London: fMRI and computational modeling of planning and high-level perception. *Neuropsychologia*, 41. 1668-1682.
14. Unterrainer, J. & Owen, A. (2006). Planning and problem solving: From neuropsychology to functional neuroimaging. *Journal of Physiology Paris*, 99. 308-317.
15. Welsh, M. C. & Huizinga, M. (2005). Tower of hanoi disk-transfer task: Influences of strategy knowledge and learning on performance. *Learning and Individual Differences*, 15. 283-298.
16. Wright, L., Hardie, M. & Rodway, P. (2004). Pause before you respond: Handedness influences response style on the tower of hanoi task. *Laterality*, 9(2). 133-147.
17. Zook, N., Davalos, D., DeLosh, E. & Davis, H. (2004). Working memory, inhibition, and fluid intelligence as predictors of performance on tower of hanoi and london tasks. *Brain and Cognition*, 56. 286-292.