



# I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA E ENSINO

FORMAÇÃO DOCENTE, TECNOLOGIAS E DIVERSIDADE

02 a 04 de Agosto de 2023



## PROBLEMA EXPERIMENTAL CONTRAINTUITIVO A LUZ DA TEORIA DO PROCESSAMENTO DUAL: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA<sup>1</sup>

Murilo Lacerda Santos<sup>2</sup>; Patrícia Martins de Freitas<sup>3</sup>

1 Originário do projeto de pesquisa de Doutorado em Ensino.

2 Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

3 Doutora em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Professora na Universidade Federal da Bahia.

### Resumo

Este estudo busca analisar uma experiência desenvolvida no programa de intervenção no âmbito da pesquisa de doutorado. O material didático foi aplicado nas turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública em Vitória da Conquista, BA. Utilizou-se uma abordagem inspirada na análise de conteúdo de Laurence Bardin para tratamento dos dados. Ao identificar os vieses heurísticos empregados pelos adolescentes na solução do problema, observou-se a necessidade de intervenções que estimule os processos cognitivos e o pensamento deliberativo-analítico.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Processos Cognitivos; Resolução de Problema.

### Introdução

Estudos recentes utilizando técnicas de imagem cerebral investigaram o papel da inibição cognitiva na resolução de problemas, fornecendo fortes evidências para a teoria do processamento dual. Esta Teoria inclui um sistema intuitivo-heurístico (sistema 1) para decisões baseadas em operações sem esforço, automáticas, rápidas e em paralelo. Por outro lado, há um sistema deliberativo-analítico (sistema 2), que é lento, consciente, controlado, sequencial e requer esforço, envolvendo estratégias cognitivas. Desta forma, para resolver problemas de raciocínio, é necessário primeiro inibir (sistema 3) a heurística pertencente ao sistema 1 e, em seguida, ativar o raciocínio lógico do sistema 2 (CROSKERRY, 2009; HOUDÉ *et al.*, 2014, 2015).

De acordo com este modelo cognitivo, o fracasso de crianças, adolescentes ou adultos na resolução de problemas não é causado pela falta de conhecimento, falta de habilidades lógicas em si ou falta de conceitos relevantes, mas resulta de uma falha em inibir vieses heurísticos gerados automaticamente pelo sistema 1. Será adotado apenas o termo heurística para evitar confusão com outros significados que possam ser atribuídos ao termo intuitivo. As heurísticas podem ser classificadas em ancoragem, disponibilidade e representatividade (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; TONETTO *et al.*, 2006).

A teoria do processamento dual postula que as pessoas tendem a confiar mais em conjunto de heurísticas simples que foram armazenadas em suas memórias ao longo de seu desenvolvimento, em vez de utilizar o sistema lógico e analítico para realizar julgamentos em diversos problemas e decisões (HOUDÉ *et al.*, 2014). Portanto, este estudo tem como objetivo analisar o potencial de intervenção de um experimento contraintuitivo sobre a queda dos corpos, a fim de identificar os processos de pensamento empregados por adolescentes que já adquiriram os conceitos científicos envolvidos no experimento.

## **Metodologia**

Esta pesquisa é do tipo pesquisa intervenção, com abordagem qualitativa, pois tem um caráter de pesquisa aplicada, visando produzir conhecimento para a solucionar um problema prático. Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, já que tem a intenção de proporcionar maior compreensão sobre o objetivo de estudo (GIL, 2002; DAMIANI *et al.*, 2013).

A produção dos dados da intervenção teve início no segundo bimestre do ano letivo de 2023 em uma escola pública da rede Estadual localizada em Vitória da Conquista, BA. A aplicação das atividades ocorreu em duas aulas de 50 minutos cada. Participaram da intervenção 33 alunos de três turmas do 1º ano do Ensino Médio, no período matutino, na disciplina de Física, com idades entre 14 a 16 anos.

Formaram-se 11 grupos por meio de uma alocação aleatória, com três pessoas por grupo. A proposta de intervenção em grupo busca estimular a interação entre os

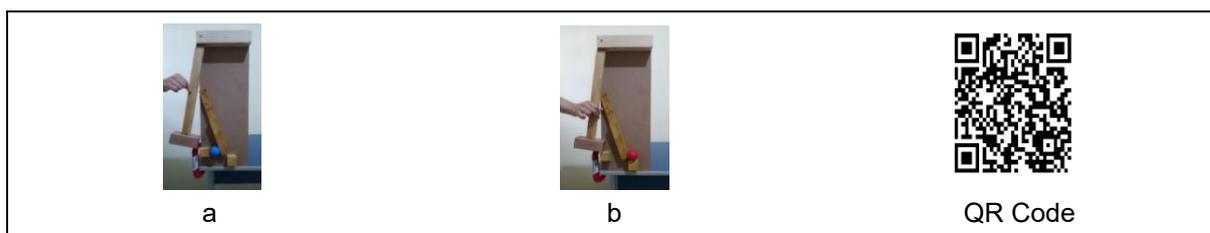
pares, pois, segundo a literatura, as soluções obtidas em grupo, em geral, são melhores do que as obtidas individualmente pelas pessoas. Este benefício pode ser potencializado pela variedade de níveis de habilidade presentes em cada grupo (STERNBERG, 2012). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (IMS/CAT) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob o CAAE nº 64424422.1.0000.5556.

Os dados foram produzidos por meio das atividades de intervenção e pelo diário de campo. A intervenção foi dividida em três etapas: [1] Apresentação do experimento demonstrativo e verificação do conhecimento de conteúdo; [2] Apresentação do problema experimental; [3] Realização do experimento e apresentação de uma estratégia. A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), em confluência com o referencial teórico.

#### *Apresentação do experimento demonstrativo e verificação do conhecimento de conteúdo*

Inicialmente, o pesquisador realizou o lançamento individual das duas bolas de pingue-pongue – a bola azul foi solta verticalmente devido a colisão do martelo com o suporte de madeira que a mantinha presa (Figura 1a). Posteriormente, a bola vermelha foi lançada horizontalmente da mesma altura, devido à colisão do martelo com o suporte de madeira em contato (Figura 1b). Este experimento foi reproduzido do protótipo apresentado no vídeo (QR Code).

Figura 1 – Lançamento individual das duas bolas de pingue-pongue.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

Aproveitou-se a situação para verificar quais conceitos os alunos haviam aprendido durante o primeiro bimestre do ensino regular. Neste contexto, para estimular o diálogo, utilizaram-se de perguntas simples, como: “Quais os tipos de movimento?”;

“Quais são as funções horárias que descrevem cada tipo de movimento?”; “O que representa cada termo da função?”; “Qual é a distinção entre força peso e a massa?”

Verificou-se que os adolescentes foram capazes de definir os conteúdos – incluindo os tipos de movimentos, suas funções horárias correspondentes e o significado de cada termo nas funções. Eles demonstraram uma adoção do conceito de força peso devido à gravidade e do princípio da inércia. No entanto, alguns apresentaram dificuldade em distinguir força peso e a massa de um objeto. Todas as respostas foram anotadas na lousa para que todos pudessem visualizá-las.

### *Apresentação do problema experimental*

Nesta etapa, foi solicitado que respondesse à pergunta: Ao mesmo tempo que a bolinha de pingue-pongue vermelha será lançada com velocidade horizontal devido ao impulso gerado pelo martelo de madeira, a bolinha azul de pingue-pongue será simplesmente solta verticalmente da mesma altura (Figura 2). Qual bolinha de pingue-pongue atinge o solo primeiro? (A) A bolinha vermelha; (B) A bolinha Azul; (C) As duas batem ao mesmo tempo no chão. Justifique sua resposta.

### *Realização do experimento e apresentação de uma estratégia*

Figura 2 - Lançamento simultâneo das duas bolas de pingue-pongue.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

Foi solicitado aos grupos que comparassem a sua resposta inicial com o resultado do experimento demonstrativo para queda simultânea das duas bolas. Os próprios adolescentes filmaram o lançamento e colocaram em câmera lenta. Além disso, foi apresentado uma estratégia para analisar os movimentos.

## **Resultados e discussão**

A partir das respostas fornecidas para a justificativa, foi possível construir um quadro ilustrativo para facilitar a criação de categorias de análise (FRANCO, 2005). Essas respostas permitiram classificá-las em três categorias de análise, de acordo com os vieses heurísticos identificados. Para determinar a frequência de ocorrência, utilizou-se a regra de enumeração (Quadro 2).

Quadro 2 - Ocorrência das categorias vieses heurísticos nas justificativas analisadas.

VIESES HEURÍSTICAS EXPLICITADOS	GRUPOS
VH1: Viés heurístico baseado na percepção de “que o caminho mais rápido é uma reta” <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ As duas bolas são soltas ao mesmo tempo, porém a azul só percorre uma reta, enquanto a vermelha faz uma curva.</li> <li>➤ Porque a bolinha azul tem um movimento mais rápido por ser direto.</li> <li>➤ Porque a bolinha vermelha vai fazer dois movimentos, fazendo ela flutuar por alguns segundos igual a estação espacial.</li> <li>➤ Pois, a azul não tem alteração no movimento.</li> <li>➤ O azul pode cair primeiro por não fazer volta.</li> <li>➤ Porque um impacto reto tem uma velocidade maior que um longe.</li> </ul>	6
VH2: Viés heurístico baseado na percepção “que sempre existe uma força na direção do movimento horizontal” <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A bolinha vermelha, através do impacto da plataforma, ela ganhará aceleração provocada pela força.</li> <li>➤ Mas vermelha tem uma força atuando e não será queda livre como a azul.</li> <li>➤ A bolinha vermelha vai bater no chão com um tempo menor por conta do impacto.</li> </ul>	3
VH3: Viés heurístico baseado na percepção “que na interação do martelo com a base de madeira que apoia as bolas, primeiro a bola azul será afetada, e depois a bola vermelha será impulsionada” <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Enquanto o martelo bate para vermelha cair a azul já caiu</li> <li>➤ A bolinha azul cai primeiro porque o tempo que o martelo leva até bater na base é o tempo que a bolinha azul cai no chão.</li> </ul>	2

Fonte: Organizado pelo autor com base em Carelli (2002 *apud* FRANCO, 2005).

Verificou-se que metade dos grupos apresentou o viés heurístico VH1. Esse viés heurístico pode ter sido apoiado em uma das primeiras regras aprendidas na geometria euclidiana, que estabelece que a menor distância entre dois pontos em um plano é uma linha reta. O VH1 pode ser classificado como uma heurística de representatividade, pois ocorre quando se atribui alta probabilidade de ocorrência a um evento que é representativo de uma situação, ou seja, com um grau de similaridade (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; TONETTO *et al.*, 2006).

Em segunda posição de escolha, foi apresentado o VH2, mas na Física, a força está relacionada à aceleração. O VH2 pode ser classificado como uma heurística de disponibilidade, que ocorre quando um fato é mais facilmente lembrado ou imaginado

pela memória de logo prazo, levando a uma subestimação ou superestimação da frequência de ocorrência de um evento. No ensino de física, há inúmeros exemplos de movimentos com forças produzindo aceleração, mas poucos exemplos destacam que o movimento na horizontal ocorreu devido à inércia, sem a existência de uma força. Isso pode ter contribuído para esse fenômeno de disponibilidade, onde um conjunto de exemplos é facilmente lembrado (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; TONETTO *et al.*, 2006).

Em terceira posição, o VH3 simplifica a interação da colisão em dois momentos temporais, desprezando o vínculo existente entre as duas bolas e a simultaneidade das ações que foram anunciadas inicialmente. O VH3 pode ser classificado como uma heurística de ancoragem, pois em julgamentos sob incerteza, as pessoas tendem a ajustar suas respostas com base em algum valor inicial disponível, que serve como âncora. O fato de soltar individualmente a bola azul e, em seguida, lançar individualmente a bola vermelha na horizontal, pode ter levado os adolescentes a ancorarem suas respostas para simplificar o lançamento simultâneo (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; TONETTO *et al.*, 2006).

As classificações das heurísticas podem ser questionadas. No entanto, é evidente o quanto esses dispositivos teóricos podem ajudar a compreender os processos de pensamento empregados pelos adolescentes. Essas descobertas estão alinhadas com outras pesquisas realizadas na literatura, que revelaram que as heurísticas são estáveis, robustas e resistentes à instrução (BABAI; DEKAL; STAVY, 2010; TONETTO *et al.*, 2006). Isso leva ao questionamento: qual estratégia o educador deve usar em sua sala de aula para que os adolescentes possam fazer a transição dos seus vieses heurísticos para um pensamento deliberativo e analítico, onde sejam capazes de acionar os conceitos científicos para compreender o fenômeno?

Buscando responder este questionamento, as heurísticas detectadas serviram de indicadores para implementar a intervenção baseada no ensino de uma estratégia. Os indicadores possibilitaram identificar os conceitos físicos chave que deveriam ser acionados quando as heurísticas falharam, com o intuito de estimular o processo cognitivo da inibição cognitiva (sistema 3) dos vieses heurísticos dominantes (sistema

1). Pois, para inibir uma heurística, antes de tudo, torna-se necessário detectá-la e, posteriormente, acionar um pensamento analítico (sistema 2), com suporte nos conceitos científicos, para assim possibilitar que o adolescente reorganize seus processos de pensamento.

É importante ressaltar que a estratégia envolveu uma análise detalhada, desmembrando o lançamento horizontal em dois movimentos mais simples. Durante essa análise dos movimentos simples, foram acionados os conceitos físicos. Em seguida, utilizou-se o processo complementar de síntese, agrupando a análise dos movimentos simples para dispô-los na compreensão da queda dos corpos (etapa 3).

### **Conclusões**

Os resultados destacaram que o experimento contraintuitivo possibilitou identificar os vieses heurísticos empregados pelos grupos para resolução do problema. Verificou-se que esses vieses persistiram mesmo após a adoção dos conceitos científicos, o que inviabilizou o raciocínio. Esses achados reforçam a necessidade de planejar intervenções que estimulem os processos cognitivos e que busquem desvelar os obstáculos que inviabilizam a construção de um pensamento deliberativo e analítico.

### **Referências**

- BABAI, R.; SEKAL, R.; STAVY, R. Persistence of the Intuitive Conception of Living Things in Adolescence. **J Sci Educ Technol**, v. 19, p. 20-26, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 1977.
- CROSKERRY, P. Clinical cognition and diagnostic error: applications of a dual process model of reasoning. **Adv in Health Sci Educ.**, v. 14, p. 27-35, 2009.
- DAMIANI, M. F. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Revista Cadernos de Educação**, n. 45, 2013.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liber Livro, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.
- HOUDÉ, O.; BORST, G. Measuring inhibitory control in children and adults. **Front. Psychol.**, v. 5, p. 616, 2014.
- HOUDÉ, O.; BORST, G. Evidence for an inhibitory-control theory of the reasoning brain. **Frontiers in Human Neuroscience**, 9, 148, 2015.
- STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Trad. Anna Maria Dalle Luche, Roberto Galman; revisão técnica José Mauro Nunes. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- TONETTO, L. M. et al. O papel das heurísticas no julgamento e na tomada de decisão sob incerteza. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 23, n. 2, jun. 2006.
- TVERSKY A.; KAHNEMAN, D. Judgment under uncertainty: heuristics and biases. **Science**, v. 185, n. 4157, p. 1124-31, Sep. 1974.