



**Título** ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO MOTOR DA CRIANÇA XVI

**Eds.** Maria João Lagoa; Diogo Coutinho; Carlos Carvalho; José Oliveira Santos;  
João Viana & Gustavo Silva

**Edição** Centro de Publicações / Universidade da Maia  
Centro de Investigação em Desporto, Saúde e  
Desenvolvimento Humano [UID/04045/2020]

**Coordenação** Pedro Almiro Neves

**Editorial** Eduardo Cordeiro Gonçalves

**Apoio** Fundação para Ciência e a Tecnologia FCT

**Design/Execução** Graphic Production

**Tiragem** 150 exemplares

**Depósito legal** 523998/23

**ISBN** 978-989-53655-5-5

---

ANO DE EDIÇÃO NOVEMBRO DE 2023

É PROIBIDA A DUPLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO DESTE VOLUME, NO TODO OU EM PARTE, SOB QUAISQUER FORMAS OU POR QUAISQUER MEIOS (ELETRÓNICO, MECÂNICO, GRAVAÇÃO, FOTOCÓPIA, ENTRE OUTROS), SEM PERMISSÃO EXPRESSA DOS EDITORES E DOS AUTORES.  
RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE PUBLICAÇÃO AOS AUTORES E EDITORES

© TEXTOS E IMAGENS DA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

# APRENDIZAGEM DO NÓ DE OITO EM CRIANÇAS DOS 6 AOS 9 ANOS DE IDADE

## LEARNING THE FIGURE EIGHT-KNOT IN CHILDREN FROM 6 TO 9 YEARS OLD

Diana Torres<sup>1</sup>, Paulo Rosa<sup>1,4</sup>, António Soveia<sup>1</sup>, Clara Escobar<sup>1</sup>, Gabriela Inácio<sup>1</sup>,  
Hugo Rodrigues<sup>1</sup>, Inês Silva<sup>1</sup>, Ana Serrão-Arrais<sup>1,2,3</sup>, David Catela<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> ESCOLA SUPERIOR DE DESPORTO DE RIO MAIOR, INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

<sup>2</sup> CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM QUALIDADE DE VIDA-EDUCAÇÃO E TREINO, PORTUGAL

<sup>3</sup> UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM, PORTUGAL

<sup>4</sup> CENTRO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA EM TURISMO, INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, PORTUGAL

### Resumo

Crianças com 10 anos já conseguem realizar um nó tão complexo e essencial em várias atividades como o de 8 simples. Fomos verificar se crianças com menos de 10 anos conseguiam executar este nó. Quarenta e uma crianças entre os 6 e os 9 anos ( $6,98 \pm 0,91$ ) (meninas=24-  $7,0 \pm 0,89$  anos; meninos=  $6,94 \pm 0,97$ ), exploraram a sua execução (A) através de vídeo na perspetiva própria, com possibilidade de visualizações intercalada, até conseguir 3 sucessos consecutivos, seguida de testes de retenção (R) e transferência (T). Não se observou diferença entre géneros, mas há indicadores que sugerem maior facilidade das meninas no T. Entre os 6 e os 9 anos, não há diferença de prestação e qualidade de execução do nó, embora se observe abandono de algumas aos 6 e 7 anos, pelo que é de admitir que aos 6 anos as crianças já entraram no período sensível de aquisição deste nó, embora não todas. Dada a diversidade de condições propiciadas, recomenda-se facultar às crianças não só poderem ver, como as vezes que desejarem, verem e fazerem simultaneamente, podendo alternar estes comportamentos. Sugere-se a introdução do nó de 8 no 1ºCEB, através de visualização em vídeo, na perspetiva pessoal.

**Palavras-chave:** Nó de oito simples; aprendizagem motora; constrangimentos intrínsecos; crianças.

### Abstract

Children aged 10 can already perform a knot as complex and essential in various activities as the figure 8. We went to see if children under 10 years old could execute this knot. Forty-one children between 6 and 9 years old ( $6.98 \pm 0.91$ ) (girls=24-  $7.0 \pm 0.89$  years old; boys-  $6.94 \pm 0.97$  years old) explored their performance (A) through video in their own

perspective, with the possibility of interspersed views, until they achieved 3 successes consecutive tests, followed by retention (R) and transfer (T) tests. No difference was observed between genders, but there are indicators that suggest that girls are more likely to do the T. Between 6 and 9 years old, there is no difference in performance and quality of execution of the knot, although some abandonment is observed at 6 and 7 years old, so it must be admitted that at the age of 6, children have already entered the sensitive period of acquiring this knot, although not all of them. Given the diversity of conditions provided, it is recommended to allow children not only to be able to see, but as many times as they wish, to see and do simultaneously, being able to alternate these behaviors. It is suggested to introduce the figure 8 knot at these ages, through video visualization, from a personal perspective.

**Keywords:** Figure 8 knot; motor learning; intrinsic constraints; children.

## INTRODUÇÃO

Os nós são configurações estáveis por fricção, que implicam algum cruzamento estabilizado da corda, sendo formas ativas que retêm energia (1). Dadas as transformações que o originam, é possível verificar a qualidade da sua execução (2). A execução de nós requer perícia; que se manifesta em velocidade e precisão, bem como na capacidade de generalizar para nós não conhecidos. Podemos ver algumas equivalências/diferenças de nós apenas os inspecionando visualmente, dada a percepção da sequência dos passos em cada nó. São normalmente aprendidos por demonstração visual, mais focada no movimento da mão (3). As crianças conseguem explorar cordas aos 3 anos, e.g., enrolar-desenrolar ou mesmo atar-desatar, o qual evolui com a idade (4) e a sua exploração pedagógica pode ser muito diversa (1). No desenvolvimento, um período sensível é tido como a janela temporal mais favorável para a aquisição de uma habilidade específica, durante o qual certas capacidades são prontamente moldadas ou alteradas pela experiência; dependendo da interação entre a oportunidade de prática e processos maturativos individuais (5). Desconhecem-se estudos sobre idades críticas para aquisição de determinados nós. Em certas práticas (e.g., escalada), o nó de oito simples é a base principal para execução do nó de outros nós, sendo considerado um dos mais fortes e de mais simples execução, tendo apenas quatro cruzamentos/passos (7,8). Adicionalmente, o nó de oito possui certa iconicidade na sua descrição, a sua denominação corresponde à sua imagem (9,10). Crianças com 10 anos já conseguem realizar um nó tão complexo e essencial em várias atividades como o de 8 simples (6). Fomos verificar se crianças com menos de 10 anos conseguiam executar este nó.

## METODOLOGIA

### Amostra

A amostra é constituída por 41 crianças (6 anos= 14, meninas=7; 7 anos=17, meninas=12; 8 anos=7, meninas=3; 9 anos= 3, meninas=2) (9), 5 declararam conhecimento prévio do nó de oito (7 anos=1; 8 anos=2; 9 anos= 2), e, 6 disseram que treinaram o nó entre a fase de aquisição (A) e os testes de retenção (R) e transferência (T) (6 anos=2; 7 anos=3; 8 anos=1). Consentimento informado e assentimento foram obtidos.

### Protocolo e Procedimentos

A fase de aquisição (A) foi feita por meio de observação de um vídeo na perspetiva da própria pessoa (11), com possibilidade informada de visualizações intercaladas (11,12), até que 3 sucessos consecutivos fossem alcançados. Na semana seguinte, foi realizado o teste de Retenção (R), no qual o nome e nó foram solicitados sem visualização do vídeo, tendo-se questionado se haviam praticado; e, o teste de Transferência (T), para dar um novo nó (oito duplo), também nas mesmas condições havidas para a A. Na construção do vídeo preconizou-se ausência de distratores visuais e auditivos; uma execução a velocidade lenta, sem ocultação do cordelete (4mm, Simond, Accessory Cord) nos vários cruzamentos/passos, com um conteúdo informativo verbal introdutório, sem legendas, designando o nome do nó e associando-o à forma final deste (9). Todas as recolhas foram realizadas individualmente sem a presença de outras crianças na sala. Foram recolhidas as vezes que a criança só viu o vídeo (V), quantas vezes tentou fazer enquanto via o vídeo (VF), quantas tentativas sem sucesso fez (Tn), quanto tempo levou a conseguir executar 3 vezes com sucesso (TE), e foi aplicado o sistema de cotação da qualidade de execução do nó (E) (13), na A e nos R e T, numa escala de 0 (sem sucesso) a 5 (execução totalmente correta), com base em critérios de cumprimento dos vários passos de execução e finalização topológica do nó.

### Tratamento Estatístico

Programa IBM-SPSS, v.27. Teste Shapiro-Wilk para normalidade de distribuição de dados. Correlação Spearman ( $\rho$ ) e intervalo de confiança com sinal igual, a 95%, para análise de associação entre variáveis. Para comparação entre grupos, teste Kruskal-Wallis (H), com correção Bonferroni, e o teste Mann-Whitney (Z), com teste exato Monte Carlo, e estimativa da dimensão do efeito Cohen's d (d). Para comparação intragrupo, teste Friedman, com correção Bonferroni, e o teste Wilcoxon

(T), com teste exato Monte Carlo, e estimativa da dimensão do efeito Cohen' d (d). Probabilidade de, 05, bicaudal.

## RESULTADOS

Para a E, a A e nos R e T, não há diferença significativa entre idades, mas crianças que declararam conhecimento do nó obtiveram melhor E no R ( $Z=2,076$ ,  $p=.05$ ,  $d=.78$ ); e, 2 crianças de 6 anos e 2 de 7 anos abandonaram na A, e 4 de 6 anos e 1 de 7 anos, o fizeram no T (ns). No T, as meninas tentaram (Tn), "viram" (V) e "viram e fizeram" (VF) com menos frequência ( $Z=2,427$ ,  $p=.016$ ,  $d=.93$ ;  $Z=2,151$ ,  $p=.03$ ,  $d=.81$ ;  $Z=2,140$ ,  $p=.033$ ,  $d=.80$ , respetivamente); mas, para E não há diferença significativa entre géneros.

**Tabela 1.** Associações (rho, p, IC 95%) entre variáveis dependentes em A, R e T, para o conjunto da amostra.

	Rho	p	IC
A-TE/T-V	-,374	,032	-,642 -,025
A-VF/A-V	-,498	,003	-,721 -,182
A-VF/A-Tn	,754	,001	,551,873
A-V/T-Tn	,746	,001	,538,868
R-Tn/T-VF	-,460	,024	-,734 -,057
R-E/T-VF	-,483	,012	-,739 -,106
T-VF/T-V	-,398	,022	-,658 -,053

Na A, há padrões distintos de comportamento, as crianças que VF mais vezes V menos vezes e vice-versa (padrão que também ocorre no T), e as que VF mais vezes também fizeram mais T. As crianças que gastaram mais TE na A, V menos vezes no T e vice-versa; e, que as que V mais vezes na A também Tn mais vezes no T. A diferença de padrões de comportamento também se observa entre o R e o de T; as que Tn mais vezes no R, VF menos no T e vice-versa; e, as que tiveram melhor E no R, VF menos vezes no T e vice-versa (Tabela 1).

## DISCUSSÃO

A ausência de diferença entre géneros, reforça importância de igualdade de oportunidades de prática, tanto mais que no T as meninas tiveram qualidade de prestação (E) não distinta dos meninos, embora recorrendo a menos T, V e VF. Se entre os 6 e os 9 anos, não há diferença de prestação e qualidade de execução do nó, embora se observe abandono de algumas aos 6 e 7 anos, então é de admitir que aos 6 anos as crianças já entraram no período sensível de aquisição deste nó. Mais evidente é a diferença de modos de exploração do nó (também do nó no

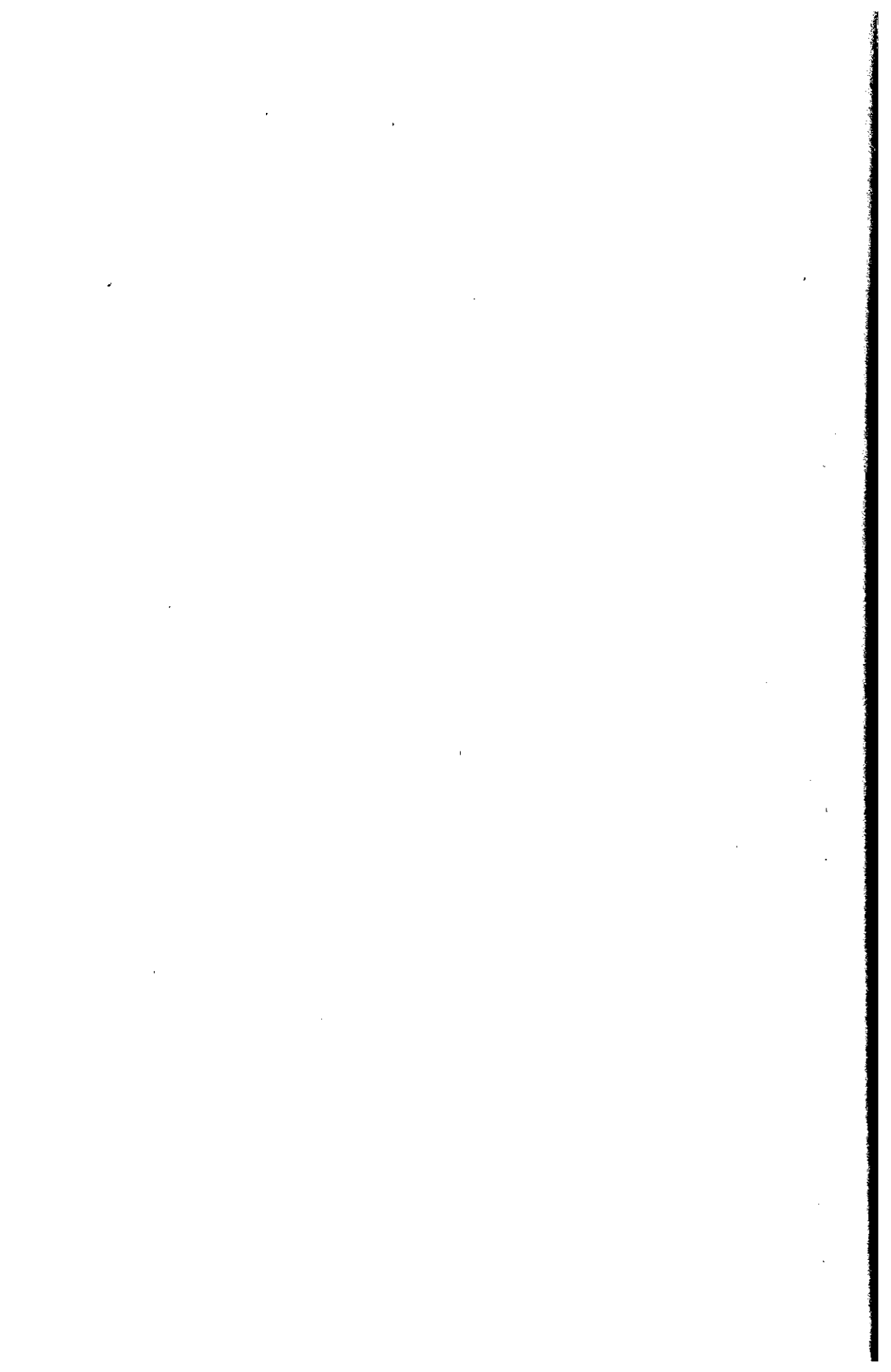
T), o que releva a importância de facultar às crianças diferentes opções de ação, e.g., não só ver, como poder ver várias vezes, ver quando quiser, poder ver e fazer simultaneamente, poder tentar fazer as vezes que quiser, e poder alternar estes comportamentos como entender. Dada a percentagem de crianças que obtiveram sucesso na realização do nó de oito, considera-se possível a aprendizagem do nó de 8 no 1ºCEB, a qual pode sustentar a exploração e o afinamento de um nó que é essencial em diversos contextos desportivos ou não formais.

## FINANCIAMENTO

David Catela e Ana Serrão-Arrais foram parcialmente apoiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, ao abrigo do projeto n.º UID/CED/04748/2020.

## REFERÊNCIAS

- [1] Strohecker C. *Why Knot?* MIT; 1999.
- [2] Ashley CW. *The Ashley Book of Knots*. New York: Doubleday; 1944.
- [3] Casati R. Knowledge of knots: shapes in action. *Shapes*. 2013 Apr;3–19.
- [4] Hagihara H, Shimo S, Matsushima K, Kato T. Conventionality and Intentionality as Potential Contributors to Ideational Praxis in Japanese Preschoolers: An Exploratory Study with Correspondence Analysis. *Occup Ther Int*. 2016 Dec;23(4):390–400.
- [5] Knudsen EI. Sensitive Periods in the Development of the Brain and Behavior. *J Cogn Neurosci*. 2004 Oct 1;16(8):1412–25.
- [6] Boucheix JM, Forestier C. Reducing the transience effect of animations does not (always) lead to better performance in children learning a complex hand procedure. *Comput Human Behav*. 2017 Apr;69:358–70.
- [7] Scanlon LA. Study of knots in material culture. *J Knot Theory Ramif*. 2016 Aug 5;25(09):1641015.
- [8] Pieranski P, Kasas S, Dietler G, Dubochet J, Stasiak A. Localization of breakage points in knotted strings. *New J Phys*. 2001 Jun 14;3:10–10.
- [9] Cross ES, Cohen NR, Hamilton AF de C, Ramsey R, Wolford G, Grafton ST. Physical experience leads to enhanced object perception in parietal cortex: Insights from knot tying. *Neuropsychologia*. 2012 Dec;50(14):3207–17.
- [10] Dingemans M, Perlman M, Perniss P. Construals of iconicity: experimental approaches to form–meaning resemblances in language. *Lang Cogn*. 2020 Mar 2;12(1):1–14.
- [11] Garland TB, Sanchez CA. Rotational perspective and learning procedural tasks from dynamic media. *Comput Educ*. 2013 Nov;69:31–7.
- [12] Jackson J. Myths of Active Learning: Edgar Dale and the Cone of Experience. *HAPS Educator*. 2016 Apr 15;20(2):51–3.
- [13] Cross ES, Hamilton AF de C, Cohen NR, Grafton ST. Learning to tie the knot: The acquisition of functional object representations by physical and observational experience. *PLoS One*. 2017 Oct 12;12(10):e0185044.



# AFFORDING SELF-HEADING IN PRESCHOOL AND CLUB CHILDREN

## PROPICIACÃO DO AUTOCABECEAMENTO EM CRIANÇAS DO PRÉ-ESCOLAR E DE ESCOLINHAS DE FUTEBOL

Cristiana Mercê<sup>1,2,3</sup>, David Catela<sup>1,2,4</sup>, Miguel Pereira<sup>1</sup>, Gonçalo Teixeira<sup>1</sup>,  
Marta Figueiredo<sup>1</sup>, Rodolfo Coelho<sup>1</sup>, Ana Serrão-Arrais<sup>1,2,4</sup>, Nancy Brígida<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ESCOLA DE SUPERIOR DE DESPORTO DE RIO MAIOR, INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

<sup>2</sup> PSICOLOGIA APLICADA, UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

<sup>3</sup> CIPER, FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA, UNIVERSIDADE DE  
LISBOA, CRUZ QUEBRADA DAFUNDO, PORTUGAL

<sup>4</sup> EDUCAÇÃO E TREINO, CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM QUALIDADE DE VIDA  
(CIEQV), RAMO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

### Summary

Heading is an identity skill of European football, that requires a balance between physical safety and acquisition, achievable through balloons with minimal impact and slow approach. This study aimed to investigate whether preschool children (P) (N=44, M=3.91±0.87 years, ♀=24) can perform self-heading using this educational solution and whether they demonstrate a performance similar to boys in football schools (F) (N=14, M=4.57±.65 years). They were asked to perform as many consecutive self-headings as possible with a balloon, in 3 trials, without attempt restrictions. The balloon afforded to head in 3-years-old, without gender differences, reinforcing the importance of equal gender opportunities for practice. A transition is observed from 3 to 4 years, with an increase in frequency and a reduction in the time between headings. At 4 and 5 years old, the F performs better than the P. In both groups, individualized motor competence occurred. The balloon should be used to explore heading in children aged 3, with advantages in P, compared to the limited recruitment capacity found in group F. The age of 3 years may be characterized as the beginning of the sensitive period for the acquisition of heading.

**Keywords:** Self-headings; football; children; sensitive period; gender.

### Resumo

O cabeceamento é uma habilidade identitária do futebol europeu, e carece de conciliação entre segurança física e aquisição, obtido com balões, com impacto quase nulo e aproximação lenta. Este estudo objetivou investigar se crianças do pré-escolar (J) conseguem realizar autocabeceamentos através desta solução didática (N=44, M=3,91±.87 anos, ♀= 24), e se apresentam uma prestação similar a meninos de escolinhas de futebol (E) (N=14,

M=4,57±,65 anos). Foi-lhes pedido que realizassem o máximo de cabeceamentos consecutivos com um balão, por 3 ensaios, sem restrições de tentativas. O balão propiciou cabecear a partir dos 3 anos, sem diferença entre gêneros, reforçando importância de igualdade nas oportunidades de prática. Dos 3 para os 4 anos, observa-se uma transição, com aumento da frequência e redução de tempo entre cabeceamentos. Nos 4 e 5 anos, as E revelam melhor prestação. Em ambos os grupos, há expressão de individualizada competência motora. O balão deve ser usado para cabecear a partir dos 3 anos de idade, com vantagens no J, comparativamente com a limitada capacidade de recrutamento nas E. Três anos de idade poderá ser o início do período sensível para a aquisição do cabecear.

**Palavras-chave:** Autocabeceamento; futebol; crianças; período sensível; gênero.

## INTRODUCTION

The incidence and severity of head injuries in youth football are low; however, there is a warning for potential concussions (1). The heading is an identity and crucial motor skill in European football. Since childhood is a critical period for acquiring foundational motor skills (2), it is necessary to balance the safety of a developing body with the need to facilitate the acquisition of this skill, rather than excluding it during the first ten years of sports training (3). Catela et al. (4) explored self-heading in 4-6-year-olds, for practitioners and non-practitioners, of both genders. The lightweight and slow pace of the balloon facilitated self-heading for non-practitioners, without gender differences, with a progressive increase in the frequency and a reduction in the time between self-headings. In motor development, a sensitive period is considered the most favorable time window for the acquisition of a specific skill, during which certain capacities are readily shaped or altered by experience. This time window depends on the interaction between practice opportunities and individual maturation processes (5); e.g., the ability to perceive depth requires early experience of binocular vision (6), which is essential for appreciating the distance of an approaching object, as in the case of heading. In this study, we investigated whether preschool children (P) can perform self-heading using a balloon, and if they demonstrate a performance similar to boys in football schools.

## METHODOLOGY

### Sample

Participated 44 non-practitioners preschooler children (P) (3 years = 19, 8 ♀; 4 years = 12, 6 ♀; 5 years = 13, 9 ♀), and 13 boys from football academies (F) (4 years = 4; 5 years = 9). Informed consent and assent were obtained.

## Instrument, Protocol, and Procedures

The children were asked to perform as many consecutive self-headings as possible with a balloon, in 3 trials, without attempt restrictions for at least 1 heading (4). Time (seconds) (T), frequency of attempts (A) and consecutive headings (H), and average time per heading (seconds) (HT) were obtained.

## Statistical Treatment

IBM-SPSS 27 was used. For normality of data distribution, Shapiro-Wilk test was used. For associations, Spearman correlation ( $\rho$ ) with a 95% confidence interval (CI), with equal sign, was used. For between-group comparisons, were used Kruskal-Wallis test (H), with Bonferroni correction; and, the Mann-Whitney test (Z), with Monte Carlo post-hoc test, with estimation of Cohen's  $d$  ( $d$ ). For within-group comparisons, were used Friedman test, with Bonferroni correction; and, Wilcoxon test (T), with Monte Carlo post-hoc test, with estimation of Cohen's  $d$  ( $d$ ). Probability at .05, two-tailed.

## RESULTS

### Preschool

No significant differences between genders were found. At 3 years, 1 boy and 1 girl were unable to complete any headings, and 1 girl only managed to do it in the 1<sup>st</sup> trial; at 4 years, 1 girl never succeeded. It was found several associations between the A, H and HT by trials for the 3-year-olds preschoolers (Table 1), 4-year-olds preschoolers (Table 2), and 5-year-olds preschoolers (Table 3). The age groups showed differences in the H across all trials (1<sup>st</sup> trial:  $H(2)=7.898$ ,  $p=.019$ ; 2<sup>nd</sup> trial:  $H(2)=8.231$ ,  $p=.013$ ; 3<sup>rd</sup> trial:  $H(2)=13.4$ ,  $p<.001$ ). Specifically, the 3-year-olds performed fewer H than the 5-year-olds in all trials (1<sup>st</sup> trial:  $Z(32)=2.718$ ,  $p=.005$ ,  $d=1.1$ ; 2<sup>nd</sup> trial:  $Z(32)=2.77$ ,  $p=.006$ ,  $d=1.12$ ; 3<sup>rd</sup> trial:  $Z(32)=3.243$ ,  $p<.001$ ,  $d=1.4$ ). Additionally, the 4-year-olds performed fewer H than the 5-year-olds in the 1<sup>st</sup> trial ( $Z(31)=2.046$ ,  $p=.041$ ,  $d=0.79$ ) and in the 3<sup>rd</sup> trial ( $Z(31)=2.906$ ,  $p=.003$ ,  $d=1.22$ ).

**Table 1.** Associations between A, H and AH for 3-year-olds preschoolers.

	A <sup>1st</sup>	A <sup>2nd</sup>	H <sup>1st</sup>	H <sup>2nd</sup>	H <sup>3rd</sup>
H <sup>1st</sup>	rho=.480, p=.037, CI .019; .773			rho=.634, p=.004, CI .239, .849	
H <sup>2nd</sup>		rho=.498, p=.019, CI .091; .801	rho=.634, p=.004, CI .239, .849		rho=.721, p<.001, CI .394, .888
H <sup>3rd</sup>				rho=.721, p<.001, CI .394, .888	
HT <sup>3rd</sup>					rho=-.621, p=.01, CI -.858, -.165

Notes: A- frequency of attempts; H- consecutive headings, HT - average time per heading, <sup>1st</sup> - first trial, <sup>2nd</sup> - second trial, <sup>3rd</sup> - third trial.

**Table 2.** Associations between A, H and AH for 4-year-olds preschoolers.

	A <sup>1st</sup>	A <sup>2nd</sup>	H <sup>1st</sup>	H <sup>2nd</sup>	H <sup>3rd</sup>	HT <sup>1st</sup>
A <sup>3rd</sup>	rho=.640, p=.025, CI .086, .892	rho=.739, p=.006, CI .268, .925				
H <sup>1st</sup>				rho=.646, p=.023, CI .096, .894	rho=.839, p<.001, CI .497, .955	
H <sup>2nd</sup>				rho=.646, p=.023, CI .096, .894	rho=.624, p=.03, CI .058, .886	
H <sup>3rd</sup>				rho=.839, p<.001, CI .497, .955	rho=.624, p=.03, CI .058, .886	rho=-.664, p=.026, CI -.908, -.087
HT <sup>1st</sup>					rho=-.664, p=.026, CI -.908, -.087	
HT <sup>2nd</sup>				rho=-.788, p=.004, CI -.945, -.338		
HT <sup>3rd</sup>				rho=-.827, p=.002, CI -.956, -.435	rho=-.708, p=.015, CI -.921, -.167	rho=.630, p=.038, CI .027, .897

Notes: A- frequency of attempts; H- consecutive headings, HT - average time per heading, <sup>1st</sup> - first trial, <sup>2nd</sup> - second trial, <sup>3rd</sup> - third trial.

**Table 3.** Associations between A, H and AH for 5-year-olds preschoolers.

	H <sup>1st</sup>	H <sup>3rd</sup>
HT <sup>1st</sup>	rho=-.889, p<.001, CI -.968, -.652	
HT <sup>3rd</sup>		rho=-.836, p<.001, CI -.951, -.516

**Notes:** A- frequency of attempts; H- consecutive headings, HT - average time per heading, <sup>1st</sup> - first trial, <sup>2nd</sup> - second trial, <sup>3rd</sup> - third trial, all - all trials.

### Football Academies

Between the ages of 4 and 5, there were no significant differences in weight, height, BMI, experience time, and dependent variables. There was no significant change in performance across the 3 trials. In the 1<sup>st</sup> trial, participants with more experience time, performed more H (rho=.632, p=.021, CI .106, .881). It was also found several associations between the A, H and HT by trials (see Table 4).

**Table 4.** Associations between A, H and AH for 4 and 5-year-olds football academy trainees.

	A <sup>1st</sup>	A <sup>2nd</sup>	H <sup>1st</sup>	H <sup>3rd</sup>	HT <sup>1st</sup>
A <sup>2nd</sup>	rho=.866, p<.001, CI .591, .961				
A <sup>3rd</sup>	rho=.627, p=.022, CI .098, .880	rho=.776, p=.002, CI .378, .932			
H <sup>1st</sup>	rho=-0.584, p=.036, CI -.864, -.031			rho=.622, p=.023, CI .090, .878	rho=-.577, p=.039, CI -0.861, -.019
H <sup>3rd</sup>			rho=.622, p=.023, CI .090, .878		
HT <sup>1st</sup>			rho=-.577, p=.039, CI -0.861, -.019		
HT <sup>3rd</sup>				rho=-.615, p=.025, CI -.875, -.078	rho=.564, p=.045, CI .0, .856

**Notes:** A- frequency of attempts; H- consecutive headings, HT - average time per heading, <sup>1st</sup> - first trial, <sup>2nd</sup> - second trial, <sup>3rd</sup> - third trial.

### Both Groups (4 and 5 years)

The participants in F significantly performed more H in all trials (1<sup>st</sup> trial: t=2.342, p=.016, d=1.07; 2<sup>nd</sup> trial: t=3.596, p<.001, d=1.44; 3<sup>rd</sup> trial: t=1.995, p=.044, d=.68) (see Table 5), and had less HT in the first 2 trials (1<sup>st</sup> trial: t=2.49, p=.011, d=.88; 2<sup>nd</sup> trial: t=2.938, p=.002, d=1.08).

**Table 5.** Descriptive statistics (mean±sd, minimum, maximum) of H and HT, in the 3rd trial, per age and group (P,F).

Age	H - P	H - F	HT - P	HT - F
3	1,32±1,0, 0, 4	-	5,0±5,35, 2, 13	-
4	4,0±3,77, 0, 14	5,0±5,35, 2, 13	2,52±,66, 1,75, 4,0	2,25±,96, 1,0, 3,0
5	3,54±2,57, 1, 10	9,11±6,7, 2, 22	3,08±1,2, 1,14, 5,0	2,03±,26, ,86, 3,0

**Notes:** H- consecutive headings, P- preschooler children, F- football academies children, HT- average time per heading.

## DISCUSSION

The lightweight and slowness of the balloon provided an opportunity to explore the heading ability in 3-year-old children, without differences between genders, even for non-practitioners, eliminating the risk of potential head injuries (4, 7), and ensuring it at the beginning of a probable sensitive period for the acquisition of a motor skill with a strong coordinative component (2), although there may be a small percentage of children who have not yet reached it. The absence of differences between genders reinforces the importance of equal opportunities for practice. From 3 to 4 years old, a transition is observed, with an increase in frequency and a reduction in time between headings, i.e., with lower trajectories, hence, with a lower probability of spatial error, but requiring a quicker adjustment to the object's trajectory. This developmental pattern is supported by individual motor competence, but it does not deny the difference between practitioners and non-practitioners. The introduction of heading exploration in preschool can support the exploration and refinement of a foundational motor skill, which may evolve into a specific motor skill, in both genders and starting from 3 years of age. At each age, individual performance differences are evident and appear to have been maintained throughout the 3 trials.

## CONCLUSION

The balloon provided an opportunity to explore self-heading since 3-year-old children.

## Funding

Cristiana Mercê was partially supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology under Grant UIDB/00447/2020 to CIPER – Centro Interdisciplinar para o Estudo da Performance Humana (unit 447). Ana Serrão-Arrais and David Catela were partially support from the Portuguese Foundation for Science and Technology under Grant UIDP/04748/2020-UIDB/04748/2020 to CIEQV- Centro de Investigação em Qualidade de Vida.

## REFERENCES

- [1] Faude O, Rössler R, Junge A, Aus der Fünften K, Chomiak J, Verhagen E, et al. Head injuries in children's football-results from two prospective cohort studies in four European countries. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1986-92.
- [2] Anderson DI, Magill RA, Thouvarecq R. Critical periods, sensitive periods, and readiness for motor skill learning. In: Hodges NJ, Williams AM, editors. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*. London: Taylor & Francis; 2012. p. 211-28.
- [3] Caccese JB, Santos FV, Yamaguchi F, Jeka JJ. Age of First Exposure to Soccer Heading and Sensory Reweighting for Upright Stance. *Int J Sports Med*. 2020;41(9):616-27.
- [4] Catela D, Seabra AP, Cândido S, Cardoso J, Dias R, Henriques S, et al. Propriedade de autocabeçamento em praticantes e não praticantes de futebol entre os 4 e os 6 anos de idade de ambos os géneros. In: Matias AR, Almeida G, Veiga G, Marmeleira J, editors. *Estudos em Desenvolvimento Motor da Criança XIV*. Évora: Universidade de Évora; 2021. p. 97-9.
- [5] Knudsen EI. Sensitive Periods in the Development of the Brain and Behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2004;16(8):1412-25.
- [6] Crawford MLJ, Harwerth RS, Smith EL, von Noorden GK. Loss of stereopsis in monkeys following prismatic binocular dissociation during infancy. *Behavioural Brain Research*. 1996;79(1):207-18.
- [7] Schneider K, Zernicke RF. Computer Simulation of Head Impact: Estimation of Head-Injury Risk during Soccer Heading. *International journal of sport biomechanics*. 1988;4(4):358-71.