

Cultural variability in finger representations / *Variabilidad cultural en las representaciones con dedos*

Culture and Education: Cultura y Educación

2024, Vol. 36(1) 259–285

© The Author(s) 2024

Article reuse guidelines:

sagepub.com/journals-permissions

DOI: 10.1177/11356405241235078

journals.sagepub.com/home/cye

Rosario Sánchez,¹  David Muñoz,² Laura Matilla¹ and
Josetxu Orrantia¹

Abstract

Finger representations are used to count or show quantities. How fingers are lifted to count and the type of representation that we use to communicate quantities have been the focus of studies that have aimed at providing evidence of dominant patterns across cultures. In the current study, we go beyond those studies and investigate intracultural variability. Specifically, whether finger counting habits and finger montring patterns are similar in children and adults. To this aim, a total of 3,210 Spaniard participants took part in this study (637 children and 2,573 adults). All of them were assessed regarding handedness, the way in which they counted with their fingers from 1 to 10 (finger counting) and how they show quantities with their fingers (finger montring). The results showed certain consistency; however, there was substantial variability within each group. Findings are interpreted within the context of current theories reinforcing the relevance of finger patterns to support the understanding of the meaning of numbers.

Keywords

finger counting; finger montring; intracultural variability; numerical representations; finger patterns

Resumen

Las representaciones con dedos se utilizan para contar o mostrar cantidades. El modo en que se levantan los dedos para contar y el tipo de representación que utilizamos para comunicar cantidades han sido objeto de diversos estudios que han pretendido aportar pruebas de los patrones dominantes entre distintas culturas. En el presente estudio, vamos más allá de esos trabajos e investigamos la variabilidad existente en las representaciones de números con dedos dentro de una misma cultura. En concreto, se trata de analizar si los hábitos de conteo con los dedos y los patrones de representación

¹Universidad de Salamanca

²National Institute of Education, Nanyang Technological University

English and Spanish texts written by the authors. / *Textos en inglés y español escritos por los autores*

Corresponding author / Autor/a para correspondencia:

Rosario Sánchez, Universidad de Salamanca, Paseo de Canalejas, 169, Salamanca, 37001, Spain.

Email: mariariosario@usal.es

de cantidades con dedos son similares en niños y adultos. Con este objetivo se realizó una evaluación de la lateralidad, la forma en la que contaban con los dedos del 1 al 10 (contar con dedos) y la manera de mostrar cantidades con dedos (mostrar con dedos) de 3,210 participantes españoles (637 niños y 2,573 adultos). Los resultados mostraron cierta coherencia en ambas tareas; sin embargo, se encontró una variabilidad sustancial dentro de cada grupo. Finalmente, se interpretan los resultados obtenidos en el contexto de las teorías actuales que refuerzan la relevancia de los patrones con dedos para apoyar la comprensión del significado de los números.

Palabras clave

contar con dedos; mostrar con dedos; variabilidad intra-cultural; representaciones numéricas con dedos; patrones con dedos

Received 17 May 2022; Accepted 11 June 2023.

Fingers can be used to count and represent numbers. Indeed, finger counting helps children to acquire basic skills for mathematical development such as the acquisition of number knowledge (Butterworth, 1999), the understanding of cardinality (Orrantia et al., 2022) and to perform calculations (specially, additions and subtractions). Previous research has shown that fingers' use contributes to releasing working memory and serves as an external aid while performing operations (Andres et al., 2008; Beller & Bender, 2011; Di Luca & Pesenti, 2011). Several authors have suggested that finger counting could be the 'missing tool' between the sensory-motor experience and mathematical concepts (Andres et al., 2008; Bender & Beller, 2012; Gashaj et al., 2019) or the 'missing link' that establishes the connection between non-symbolic numbers and symbolic arithmetic (Fayol & Seron, 2005). Nonetheless, research on this topic is scarce and has focused on the role of finger counting on children's maths abilities (i.e., how finger counting contributes to counting abilities and to the understanding of the meaning of numbers; Gunderson et al., 2015). Whereas some studies have investigated cultural differences, there is no evidence of intracultural stability or whether there are canonical finger patterns that are invariant and independent of developmental stage. In this study, we investigate how two different samples (children and adults) count and represent numbers with fingers in Spain and

provide an overview of aspects of finger counting and finger counting that vary across cultures and are more sensitive to intracultural differences.

The role of fingers on the acquisition and development of maths skills

Finger counting can support and strengthen the acquisition of counting principles and the performance of calculations. For instance, fingers can contribute to the understanding of one-to-one correspondence, stable order and cardinality (Gelman & Gallistel, 1978). Children use fingers to keep track of elements that are counted and those that remain to be counted, assigning each finger a verbal label. This would contribute to scaffolding the one-to-one correspondence principle. In addition, counting with fingers allows understanding the principle of stable order since fingers are arranged in order on one hand and, usually, we start counting at one end of the hand by lifting or touching all the fingers in order until we reach the other end. Other studies have observed that while children are learning the meaning of number words, they are simultaneously learning to perform gestures representing numbers with their fingers (Gibson et al., 2023; Goldin-Meadow et al., 2014; Gunderson et al., 2015): that is, the cardinality or meaning of numbers.

There is also evidence that kindergarteners rely on finger counting to solve arithmetic tasks (Fuson, 1982), even when no explicit instructions for using fingers have been given (Siegler & Shrager, 1984). Moreover, it has been found that the use of fingers facilitates simple addition and subtraction by serving as a tool that helps alleviate working memory and aids in performing correct calculations (Bender & Beller, 2011; Dupont-Boime & Thevenot, 2018; Wiese, 2004). Here is an example of how fingers can be used to count. Imagine that a child wants to solve the following arithmetic word problem: ‘John has five coins and his sister gave him three more. How many coins has John now?’ To solve the problem, the child can use the most basic strategy, that is, counting all (Baroody, 1987), and count with his fingers in one hand, ‘one, two, three, four and five’, and with the other hand, ‘one, two and three’, and after that he can count all the fingers: ‘one, two, three, four, five, six, seven and eight’. Alternatively, if the child has internalized the representation of small numbers with finger patterns, then five fingers can be raised simultaneously with one hand and three fingers with the other hand. In this case, the child would be able to recognize the patterns faster and give a quicker response to the problem (without using another counting strategy). So, fingers can be used in two different ways: (1) to count an amount and hold up a finger for each of the numbers that are being said; or (2) the pattern can be stored in the mind and displayed directly to represent an amount. That leads us to different types of finger numeral representations — finger counting and finger montring (Soylu *et al.*, 2018).

Finger counting and finger montring: acting and communicating quantities with hands

Finger counting is referred to as an act in movement and it is used as an aid to count and perform arithmetic operations (typically, fingers are lifted with every object counted). On the other hand, finger montring is referred to as a static act, that is, the use of finger configurations to

represent and communicate cardinal numbers. For example, at a restaurant, we raise three fingers simultaneously rather than showing them one by one to indicate that we want three refreshments (Pika *et al.*, 2009). This differentiation is important because finger representations during counting seem to differ from those used to show quantity to other people (Di Luca & Pesenti, 2011; Wasner *et al.*, 2015). For instance, most Europeans start finger counting with the thumb to count one (Lindemann *et al.*, 2011); nevertheless, they use the index finger when they have to ask for one beer in a restaurant (Crollen *et al.*, 2011; Di Luca & Pesenti, 2008; Pika *et al.*, 2009). Importantly, there are also substantial differences across cultures in terms of whether finger representations align with the quantity that they represent or not. For instance, whereas in Western countries six fingers are raised to indicate six items, in many Asian countries only two fingers are raised (thumb and pinkie).

Sociocultural differences in finger counting

Extant studies on the use of finger counting have focused on different aspects: (i) counting with palms facing oneself or palms down; (ii) patterns that involve raising fingers and those in which fingers are bent; (iii) hand that starts the counting; (iv) and whether there is anatomical symmetry or spatial continuation when counting involves both hands. Cipora *et al.* (2022) pointed out that we can also analyse which finger starts the sequence. Nonetheless, those aspects have not attracted the same level of attention. For instance, few studies have investigated the orientation of palms while counting. Bender and Beller (2012) found that raising fingers was the typical approach in European countries, while in Japan people start counting with an open palm and bending the fingers (Nishiyama, 2013).

The bulk of research comes from studies that have investigated the hand and finger that start the counting sequence. Studies have shown that most Europeans lift one finger for each number, establishing the principle of one-to-one correspondence

between fingers and numbers. Nonetheless, there is considerable variability across countries and cultures. Whereas some authors have found that Scots (Fischer, 2008), Dutch, Canadians, Finns, Germans, Italians, Belgians and Americans show a preference for starting to count with the left hand (Lindemann et al., 2011), others have found that Belgian (Di Luca & Pesenti, 2008; Sato & Lalain, 2008), Polish (Hohol et al., 2018), British, German (Cipora et al., 2022) and French participants (Sato & Lalain, 2008) prefer to start counting with the right hand. In the case of Middle Eastern cultures, people tend to start counting with the right hand (Lindemann et al., 2011).

The order in which Canadians, Italians, Belgians, French, Germans, Poles and Scots lift their fingers to count is similar — i.e., they start with the thumb, and continue with the index, middle, ring and pinkie fingers of the same hand before passing to the other hand and repeating the same process (e.g., Brozzoli et al., 2008; Di Luca & Pesenti, 2008, 2010; Domahs et al., 2010; Fabbri, 2013; Fischer, 2008; Morrissey et al., 2016; Pika et al., 2009; Sato & Lalain, 2008; Zago & Badets, 2016). However, Middle Eastern cultures (e.g., Iranians; Lindemann et al., 2011) and some indigenous cultures (such as Tsimane, from Amazonia) choose the pinkie finger to start counting (Cipora et al., 2022). Chinese people start counting with the index finger (Domahs et al., 2010).

Sociocultural differences in finger montring

In contrast to the level of attention that finger counting has attracted, very few studies have been conducted to analyse how quantity is communicated with fingers — i.e., finger montring. Germans use the thumb to start finger counting but also use that finger to communicate ‘one’ (Cipora et al., 2022; Pika et al., 2009). French Canadians (Pika et al., 2009) and British (Cipora et al., 2022) use the thumb to start counting ‘one’, but when they have to communicate ‘one’, they lift the index finger. Such disparities also reveal huge variability within and across cultures

regarding how fingers are used to communicate quantities. Wasner et al. (2015), with a sample of 76 adult participants, showed that the finger representations used for numbers 1–9 were different in 44% of trials — comparing finger counting and finger montring, participants changed the hand, the finger or both in almost half of trials. These findings suggest that people know different finger representations and they use them depending on different factors (e.g., situation, availability of hands, etc.). Recently, Cipora et al. (2022) have also analysed the way of communicating quantities in British, Germans and an indigenous tribe from Colombia (Tsimane). Findings show that, even within the same culture, different patterns of representations are used to communicate quantities.

The present study

The aim of the present study is to investigate finger counting and finger montring in Spaniard children and adults. Specifically, we look at (i) uncovering dominant representations of finger montring as well as characterizing dominant aspects of finger montring and (ii) exploring intracultural variability in finger counting and finger montring. To this end, we consider two different groups that may indeed reflect such variability, children and adults. Note that this is a key difference with previous studies. The review of the literature shows that studies have mainly focused on defining differences across cultures rather than on studying intracultural variability. Furthermore, there are no appropriate reports of finger representations in Spain. Liutsko et al. (2017) provided very limited evidence with 48 children from 10 to 12 years old.

Method

Participants

A total of 3,210 children and adults from Spain participated in this study. Children in the current sample were drawn from a large-scale study that investigates the development of maths skills during the first years of formal school.

Children Sample. 637 children (304 girls; $M_{\text{age}} = 6.01$ years, $SD = 1.47$, range = 3–8) from three different schools in a small city in the west of Spain were recruited for the purpose of this study. None of these children presented developmental disorders or disabilities. For all children, informed consent was obtained from the parents before testing. Thirteen participants were removed from this sample because they were not able to count beyond 5 or their accuracies were less than 50% in the tasks described below.

Children were evaluated individually in their respective schools by a trained research assistant. Data were collected in two different sessions of 15 minutes along with other tasks about numerical processing. Note that three- and four-year-olds were not assessed with the finger montring task because they already had difficulties counting with their fingers. Moreover, there was a group of six-year-olds that did not give their consent to be evaluated in a second session, and for this reason, they were not assessed in finger montring. The final sample of children for the finger montring task was 410 participants of five, six, seven and eight years of age.

Adult Sample. Data from 2,573 adult participants from different regions of Spain were collected. Data from 30 participants were incomplete and not included in final analyses. All participants gave their written consent to the study. The final adult sample consisted of 2,543 participants (71.2%, women; $M_{\text{age}} = 37.5$ years, $SD = 14.7$, range = 16–79). The adult group consisted mostly of active workers ($N = 58.12\%$), full-time college students ($N = 22.14\%$), part-time college students ($N = 3.26\%$), unemployed ($N = 5.86\%$) and retired or inactive adults ($N = 10.61\%$).

Data from adults were collected through an online questionnaire (average response time was about eight minutes). Basic demographic data (i.e., gender, age, country of birth, educational attainment and occupation) were also collected. The questionnaire was adapted from Hohol et al. (2018). Additionally, some questions about finger montring were included (see Finger montring task for detailed information). The questionnaire was distributed via email. The period of data

collection was about eight weeks. The English translation of the questionnaire can be accessed at <https://forms.gle/rwLbouoVG2Yy7MCU7>.

Materials

Handedness assessment. In this task children were asked to write their names (or to draw a picture for the little ones) on paper and to build a tower with some cubes. Those who did the two activities with the right hand were categorized as *right-handers*, those who did both activities with the left hand were categorized as *left-handers*, and those who did each activity with one hand or were incapable of doing some of the activities were categorized as *non-defined*. In the case of adult participants, they were asked: ‘What hand do you always use to write?’ with three options: right, left or either of them indistinctly. Those who marked the right hand were categorized as *right-handers*, those who chose the left hand were categorized as *left-handers*, and those who marked both hands were categorized as *ambidextrous*.

Finger counting. In this task, both children and adult participants were given the same instruction: ‘Please leave your hands free and clench your fists in front of you. Now, start counting with your fingers from 1 to 10’ (Fabbri, 2013; Fischer, 2008). Information regarding the finger counting pattern was categorized according to Cipora et al. (2022, see Results section). Additional information related to (i) the hand that starts the count (right or left), (ii) the finger that starts the count, (iii) the finger used to count 6 (thumb, index, middle, ring or pinkie) and (iv) the transition from one hand to another (anatomical symmetry vs spatially continuity) was also collected. Anatomical symmetry is characterized by starting with the same finger on both hands and following the same sequence. In contrast, spatially continuous counting is characterized by projecting the numbers in an ordinal line with fingers (the last finger that is used to count with the first hand is the same as the first finger of the second hand that is used to continue the count. A third type of category was added for those

transitions that did not fit into any of the previous categories.

Finger montring. This task is based on the tasks that Pika et al. (2009) and Wasner et al. (2015) used in their experiments. For children, the experimenter said: 'Imagine that you go to the kiosk and you want to ask for some candies, but the person in charge cannot listen to you, so you have to show him the quantity with your fingers. How do you ask for five?' And participants had to depict that number with their fingers as accurately as possible. After each trial, children had to close their fists and then a new number was asked by the experimenter. Participants were sitting with their fists closed and their hands on the table. Students were asked to show numbers from 1 to 9 (except 5) with their fingers (in the following order: 3, 7, 1, 8, 4, 6, 2, 9). Trials in which children represented a quantity other than the requested were excluded and only correct representations were considered for the current study.

For adult participants, the question was: 'Imagine you go to a bar, and you have to order a quantity of drinks, but the waiter can't listen to you, so you have to make the gesture with your hands'. Then, they were presented with different alternatives for each number 1 to 9 (except 5). Those patterns were based on previous studies. For instance, for the representation of number 2 they were presented with: (i) index and middle finger; (ii) thumb and index finger; and (iii) pinkie and ring finger. A fourth alternative included the words 'other pattern'. In the case of numbers 4 and 9, participants were only presented with two alternatives because for the representation of number 4 there are only two possible canonical options: (i) index, middle, ring and pinkie (that is, all fingers except the thumb); and (ii) thumb, index, middle and ring (that is, all fingers except the pinkie).

Data analysis

Given the nature of the data, nonparametric statistics were used (Pearson's Chi-Squared test). To compare specific types of finger representations

between groups (children and adults), χ^2 -tests with Bonferroni adjustment for multiple comparisons were performed. To check the effect size, we used Cramer V statistic, which, according to Cohen's (2013) standards, indicates if the effect is small (.1), medium (.3) or large (.5). Analyses were conducted using SPSS®.

Results

Finger counting

Frequencies regarding each aspect of finger counting¹ that was considered are summarized in Table 1.

Finger counting patterns. Eighteen types of patterns were identified according to the order in which fingers were raised.² The most predominant pattern used by children and adults was the same: starting with the right thumb to count one (followed by all the fingers of the same hand in order — index, middle, ring and pinkie) and continuing with the left thumb following the same pattern (see Table 1, panel a). Nevertheless, a chi-square test revealed significant differences between children and adults in the types of counting patterns that were analysed, $\chi^2(17, n = 3,077) = 330.25, p < .001$. The magnitude of this association was moderate (.33). Note that this is probably due to substantial variability in both children's and adults' counting patterns. For instance, while children prefer to start counting with the thumb or pinkie finger in both hands, adult participants showed a tendency to start with the thumb in the first hand and continue with the pinkie in the second hand or starting with the thumb in both hands.

Starting hand for finger counting. The dominant pattern in both children and adults referred to mapping the numbers from 1 to 5 to the right hand during counting (see Table 1, panel b). A chi-square test revealed that such a pattern was more established in adults than in children [$\chi^2(1, n = 3,167) = 4.58, p = .032$], although the effect size was small (.04). There was an association

Table 1. Finger counting patterns in children and adults.

	Children		Adults	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
(a) Finger counting pattern				
Right Thumb – Left Thumb	162	29.2*	580	23
Right Thumb – Left Pinkie	16	2.9	357	14.1*
Right Thumb – Left Index	9	1.6*	14	0.6
Right Index – Left Thumb	56	10.1*	147	5.8
Right Index – Left Pinkie	6	1.1	45	1.8
Right Index – Left Index	76	13.7*	166	6.6
Right Pinkie – Left Thumb	23	4.2	131	5.2
Right Pinkie – Left Pinkie	5	0.9	315	12.5*
Right Pinkie – Left Index	1	0.2	16	0.6
Left Thumb – Right Thumb	99	17.9*	211	8.4
Left Thumb – Right Pinkie	14	2.5	336	13.3*
Left Thumb – Right Index	5	0.9	15	0.6
Left Index – Right Thumb	20	3.6*	23	0.9
Left Index – Right Pinkie	4	0.7	10	0.4
Left Index – Right Index	32	5.8*	43	1.7
Left Pinkie – Right Thumb	19	3.4*	31	1.2
Left Pinkie – Right Pinkie	7	1.3	77	3.1*
Left Pinkie – Right Index	0	0	6	0.2
(b) Starting hand				
Right	411	65.9	1787	70.3*
Left	213	34.1*	756	29.7
(c) Starting finger				
Thumb	320	51.3	1515	59.6*
Index	242	38.8*	437	17.2
Pinkie	58	9.3	580	22.8*
Other	4	0.6	11	0.4
(d) Finger used to count 6				
Thumb	382	68*	1126	44.3
Index	124	22.1*	263	10.3
Pinkie	52	9.2	1141	44.9*
Other	4	0.7	13	0.5
(e) Transition				
Anatomical	381	68.3*	1392	54.8
Spatial	72	12.9	856	33.6*
Other	109	18.8*	295	11.6

Note: Numbers are marked with an asterisk when the proportions differ between children and adults. Finger counting pattern refers to the sequence that is followed to count from 1 to 10. Patterns are defined according to starting hand (right or left), starting finger (thumb, index or pinkie), second hand that is involved in counting larger numbers (right or left) and starting finger in the second hand (thumb, index or pinkie).

between Starting Hand and Handedness³ (see Table 2) in both children [$\chi^2(1, n=624)=18.91$, $p > .0001$] and adults [$\chi^2(1, n=2,543)=202.89$, $p < .0001$], showing that most participants preferred to start counting with their dominant hand.

Table 2. Handedness and starting hand.

Handedness	Children Starting Hand				Adults Starting Hand			
	Right		Left		Right		Left	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Right-Handed	380	68.6*	174	31.4	1,741	73.8*	619	26.2
Left-Handed	27	41.5	38	58.5*	34	21	128	79*
Ambidextrous	0	0	0	0	12	57.1	9	42.9
Non-define	4	80*	1	20	0	0	0	0
Total	411	65.9	213	34.1	1,787	70.3	756	29.7

Note: Numbers are marked with an asterisk when the proportions differ between right and left hand within each group.

Starting finger for finger counting. There was consistency in the finger that children and adults use to start counting. Both prefer to start counting with the thumb, although there was variability in both groups. A chi-square difference test revealed an association between group and starting finger (see Table 1, panel c), [$\chi^2(3, n=3,167)=160.83, p<.001$], owing to discrepancies in other than the dominant pattern. The magnitude of this association was moderate (.23). There was a higher proportion of children who started counting with the index finger, whereas the proportion of adults choosing the pinkie finger to start counting was higher than that of children.

Finger used to count 6. We found no consistency between children and adults. Table 1 (panel d) shows that the majority of children used the thumb to count 6 whereas adult participants used their pinkie finger, $\chi^2(3, n=3,105)=256.24, p<.001$.

Transition from one hand to another. As can be seen in Table 1 (panel e), the majority of children and adults used an anatomical transition; that is, they started counting with the same finger in both hands. A chi-square test revealed significant differences between groups, $\chi^2(2, n=3,105)=98.834, p<.001$. The proportion of adult participants using spatial continuity from one hand to another was higher than that of children.

Finger montring

Table 3 shows the frequencies corresponding to each pattern identified in the study.

Number 1. The most predominant finger representation in both children and adults was lifting the index finger. A chi-square test revealed an association between group and type of representation [$\chi^2(2, n=2,950)=154.291, p<.0001$], probably because the proportion of participants using another type of representation (thumb or pinkie finger) was higher in children (the effect size was small, .23).

Number 2. The most frequent pattern in both children and adults was lifting the index and middle fingers. Like *number 1*, a chi-square test revealed that the proportion of children using another type of representation (thumb and index finger or pinkie and ring finger) was higher, $\chi^2(2, n=2,936)=66.334, p<.0001$ (although the effect size was small, .15).

Number 3. The dominant pattern in both groups was showing the index, middle and ring fingers, although the proportion of children using this representation was higher. A chi-square test was significant, [$\chi^2(2, n=2,946)=10.66, p<.01$] (although the size effect was very small, .06), owing to adult participants using other patterns more frequently than children.

Table 3. Finger montring representations by number in children and adults.

	Fingers	Children		Adults	
		N	%	N	%
1	T	42	10.3*	30	1.2
	I	349	85.3	2,498	98.2*
	P	14	3.4*	15	0.6
	Other	4	1	0	0
2	TI	27	6.7*	34	1.3
	IM	354	87.2	2,487	97.8*
	PR	12	3*	22	0.9
	Other	13	2	0	0
3	TIM	66	16.2	462	18.2
	IMR	287	70.3*	1,616	63.5
	PRM	50	12.3	465	18.3*
	Other	5	1.2	0	0
4	TIMR	31	7.7*	34	1.3
	IMRP	370	91.5	2,509	98.7*
	Other	3	0.7	0	0
6	Base + T	224	57*	831	32.7
	Base + I	145	36.9	1,574	61.9*
	Base + P	5	1.3	130	5.1*
	Other	19	4.8	8	0.3
7	Base + TI	180	47.2*	724	28.5
	Base + IM	181	47.5	1,637	64.4*
	Base + PR	11	2.9	178	7*
	Other	9	2.3	4	0.2
8	Base + TIM	150	39.8*	759	29.8
	Base + IMR	154	40.8	1,264	49.7*
	Base + PRM	38	10.1	459	18*
	Other	35	9.3	61	2.4
9	Base + TIMR	108	30.6*	139	5.5
	Base + IMRP	240	67.9	2,402	94.4*
	Other	5	1.4	2	0.1

Note: Numbers are marked with an asterisk when the proportion differs across groups. T, Thumb; I, Index finger; M, Middle finger; R, Ring finger; P, Pinkie; Base stands for open hand showing five fingers.

Number 4. More than 90% of children and adults lifted the index, middle, ring and pinkie fingers. An association between groups and the type of representation was found, $\chi^2(2, n = 2,944) = 65.58$, $p < .0001$ (although the size effect was small, .15). The proportion of children showing other patterns was slightly higher than that of adults.

Number 6. The dominant pattern in children and adults was different, $\chi^2(2, n = 2,909) = 106.147$,

$p < .0001$, although the size effect was small (.19). Most adults show 6 with an open hand and the index finger of the other hand, whereas the majority of children show an open hand and the thumb of the other hand.

Numbers 7 and 8. We found dominant patterns in adults, but we did not identify dominant patterns in children. Both chi-square tests were significant (Number 7: $\chi^2(2, n = 2,911) = 62.47$, $p < .0001$;

Number 8: $\chi^2(2, n=2,824)=27.857, p<.0001$). Note that the proportion of adults that reported other than the dominant patterns also increased (with respect to the patterns that corresponded to small numbers).

Number 9. The dominant pattern in both children and adults was an open hand and the index, middle, ring and pinkie fingers of the other hand. The chi-square test was significant, $\chi^2(2, n=2,889)=255.839, p<.0001$, and the size effect was moderate (.3), probably owing to children showing other patterns more frequently than adults. For instance, about 30% of children showed number 9 with an open hand and the thumb, index, middle and ring fingers of the other hand, whereas that pattern in adults corresponded to about 5% of the sample.

Discussion

In this study, we investigated intracultural variability in finger counting and montring. Results suggest certain consistency in patterns, independently of developmental stage. Overall, both children and adults showed similar patterns when it comes to using fingers for counting purposes or for transmitting information about quantities. Furthermore, we found that dominant counting and finger montring patterns aligned with those described in other Western countries — those which Bender and Beller (2012) claimed to be employed by most European citizens.

Finger counting

The dominant pattern to count from 1 to 10 in children and adults involves starting with the thumb of the right hand followed by all fingers of this hand in order and counting 6 with the left thumb following the same order. It is worth mentioning that, although dominant, this pattern is used by less than a third of participants and substantial variability was found in both groups. For instance, most children start with the same finger on both hands, usually the thumb or the index finger, while adults are more likely to start with the thumb on the first hand and the pinkie finger

of the second hand. Although the dominant transition in both children and adults is the anatomical transition (i.e., starting with the same finger on both hands), there is a high percentage of adults who have a spatial continuity in counting. It is possible that learning numbers or reading may influence this process (Lindemann et al., 2011; Shaki et al., 2010).

In general, both children and adults start counting with the right hand and the thumb. These results are in line with previous research conducted in other European countries (e.g., Di Luca & Pesenti, 2008; Liutsko et al., 2017; Sato & Lalain, 2008). Furthermore, the hand that starts the counting was aligned with handedness, which has also been found in previous studies (e.g., Cipora et al., 2022; Di Luca et al., 2006; Hohol et al., 2018; Morrissey et al., 2016; Sato & Lalain, 2008; Sato et al., 2007). This seems more robust in adult participants. However, a considerable proportion of participants started with their non-dominant hand (especially in the case of children). These findings suggest that when handedness is fully developed, and the culture does not provide a definite pattern (Hohol et al., 2018), hand preference influences the hand with which counting starts.

Regarding the finger that starts the counting, previous studies have shown consistency across cultures in Western countries. For example, Cipora et al. (2022) and Fischer (2008) showed that more than 82% of British, German and Finnish participants used the thumb to start counting. However, this is not the case in Spain as less than 60% of participants in the current study started counting with the thumb, so intracultural variability is higher than in other countries.

Finally, it is important to note that situational factors can influence the finger counting sequence that participants engage in (Hohol et al., 2018; Lucidi & Thevenot, 2014; Wasner et al., 2015) — for instance, individuals may switch their preferred hand for counting when they are holding an object.

Finger montring

The dominant pattern in both children and adults was using the index finger as the basis for

representations (in particular for small numbers, 1 to 5). For instance, when asked to communicate ‘two’ with fingers, participants usually lift the index and middle fingers as opposed to using the thumb and index finger (which is the dominant finger counting pattern). This aligns with other studies that have investigated how fingers are used to communicate quantities (e.g., Crollen et al., 2011; Morrissey et al., 2016; Wasner et al., 2015). Although there are no scientific grounds to support why certain patterns become dominant, it is feasible that fine motor difficulty explains why the patterns described above are dominant.

Note that we found substantial variability in both children and adults when it comes to larger numbers (6 to 8) and that we could not identify a dominant pattern for some of those numbers in children, which may be due to lack of familiarity with finger patterns that correspond to large numbers. It is also feasible that counting patterns interfere to some extent. For instance, whereas most adults represent number 6 with an open hand and the index finger of the other hand, children showed an open hand and the thumb of the other hand, which aligns with the finger counting pattern. Similarly, regarding number 9, children used a representation that included all fingers except the pinkie finger of one hand.

It is thought that the representation of numbers with fingers offers children the opportunity to learn and internalize the fundamental properties of numbers through sensory-motor interactions with the world (Gashaj et al., 2019). This process could be achieved through what Galperin (1992) called *materialized action*; that is, people learn through their interactions with materials (fingers, in this case) and eventually they become less dependent on the material support and more aware of the meanings they entail (properties of numbers).⁴ These characteristics make fingers an important tool for counting (Domahs et al., 2010) and for the understanding of abstract mathematical concepts (Kirsh, 2013).

Limitations and future studies

This study is not without limitations. First and foremost, our children and adult samples cannot

be considered representative. For instance, children in the current study were enrolled in schools serving children from middle-SES backgrounds, mostly. Therefore, studies with a representative population may provide more robust evidence regarding canonical patterns and whether such patterns in Spain are similar to those described in other countries. Note that, as far as we know, there are no studies that have considered samples that may be representative. In addition, data on participants’ sociocultural origins and whether handedness had been corrected during childhood were not collected, so these two factors should be considered in future studies to ensure that only intracultural differences are measured. Furthermore, although we have aimed at investigating intracultural differences across two different developmental stages, our study is not longitudinal. Thus, our findings cannot be interpreted from a pure developmental perspective — we do not know whether children’s finger counting and finger monitoring change over development and which are the factors that may affect such changes. Our study suggests certain stability, but more research is needed to support that finding.

Future studies should also investigate the role of fingers in regular instructional contexts — for instance, whether children are allowed to use fingers to support the understanding of basic processes such as addition and subtraction. Although there is evidence that finger representations may contribute to the learning of basic mathematical aspects (Crollen & Noël, 2015; Newman, 2016; Newman & Soylu, 2014; Previtali et al., 2011), we do not know to what extent teachers support this approach. Furthermore, studies have shown that children with learning difficulties in mathematics rely to a larger extent on their fingers to solve operations and have lower memory recall than children without such difficulties (Hanich et al., 2001; Jordan et al., 2002, 2003; Ostad, 1997, 1999). Nevertheless, we do not know what type of representations these children use. Findings from the current study also raise additional questions that should be addressed. For instance, we do not know whether there is intraindividual variability at earlier stages and whether finger counting precedes finger monitoring. Our findings

suggest that this may be the case, but more evidence is needed.

Conclusion

Findings from the current study suggest that finger counting and finger montring are quite stable within the same culture and that children and adults share similar dominant patterns. Nonetheless, we found substantial variability when it comes to communicating large quantities (6–9) with fingers, suggesting that lack of familiarity with these representations may affect the outcome of studies that have investigated associations between finger montring and mathematics in young children — i.e., there is no canonical representation for certain numbers. We also observed that finger montring in children may be more associated with ordinal processes involved in finger counting, although there

are additional aspects that potentially may affect this finding, such as teachers' instruction, observational learning and enculturation.

Notes

1. Some three- and four-year-olds were not able to count beyond 5, and they only used one hand. Thus, data regarding (i) the finger pattern that is used to count from 1 to 10, (ii) the finger used to count 6 and (iii) the transition from one hand to another during counting were not included in analyses.
2. Twenty-six participants were excluded from this analysis because their finger counting patterns did not align with the preestablished patterns.
3. In both groups, the vast majority of participants were right-handed: children ($N = 554$, 88.8%) and adults ($N = 2,360$, 92.8%).
4. We thank an anonymous reviewer for this suggestion.

Variabilidad cultural en las representaciones con dedos

Los dedos se pueden utilizar para contar y representar números. De hecho, contar con los dedos ayuda a los niños a adquirir habilidades básicas para el desarrollo matemático, como la adquisición de conocimientos numéricos (Butterworth, 1999), la comprensión de la cardinalidad (Orrantia et al., 2022) y la realización de cálculos (especialmente, sumas y restas). Investigaciones anteriores han demostrado que el uso de los dedos contribuye a liberar la memoria de trabajo y sirve como ayuda externa mientras se realizan operaciones (Andres et al., 2008; Beller & Bender, 2011; Di Luca & Pesenti, 2011). En este sentido, varios autores han sugerido que el conteo con los dedos podría ser el paso necesario entre la experiencia sensoriomotora y los conceptos matemáticos (Andres et al., 2008; Bender & Beller, 2012; Gashaj et al., 2019) o el ‘eslabón perdido’ que establece la conexión entre los números no simbólicos y la aritmética simbólica (Fayol & Seron, 2005). No obstante, la investigación sobre este tema es escasa y se ha centrado principalmente en analizar el papel que juega el conteo con los dedos en el desarrollo de las habilidades matemáticas de los niños (es decir, cómo contribuye el conteo con dedos a la adquisición de habilidades de conteo y a la comprensión del significado de los números; Gunderson et al., 2015). Por otra parte, aunque algunos estudios han investigado las diferencias culturales en patrones de conteo, no hay pruebas de la estabilidad de estos patrones dentro de una misma cultura (intra-cultural) o de la existencia de patrones canónicos con los dedos que sean invariables e independientes de la etapa de desarrollo. En este estudio, investigamos cómo dos muestras diferentes (niños y adultos) de participantes del mismo país (España) cuentan y representan números con los dedos y proporcionamos una visión general de las principales características de las tareas de contar (*finger counting*) y mostrar (*finger montring*) cantidades con dedos que

varían entre culturas y pueden ser más sensibles a las diferencias intra-culturales.

El papel de los dedos en la adquisición y el desarrollo de las destrezas matemáticas

Contar con los dedos puede apoyar y reforzar la adquisición de los principios del conteo y la realización de cálculos. Por ejemplo, los dedos pueden contribuir a la comprensión de la correspondencia uno a uno, el orden estable y la cardinalidad (Gelman & Gallistel, 1978). Los niños utilizan los dedos para llevar la cuenta de los elementos contados y de los que quedan por contar, asignando a cada dedo una etiqueta verbal. Esto contribuiría a afianzar el principio de correspondencia uno a uno. Además, contar con los dedos permite comprender el principio de orden estable, ya que los dedos están dispuestos en orden en una mano y, normalmente, empezamos a contar en un extremo de la mano levantando o tocando todos los dedos en orden hasta llegar al otro extremo. Asimismo, algunos investigadores han observado que mientras los niños aprenden el significado de las palabras numéricas, aprenden simultáneamente a realizar gestos para representar números con los dedos (Gibson et al., 2023; Goldin-Meadow et al., 2014; Gunderson et al., 2015); es decir, están trabajando la cardinalidad o el significado de los números.

Otros estudios han mostrado evidencias de que los niños de preescolar recurren al recuento con los dedos para resolver tareas aritméticas (Fuson, 1982), incluso cuando no se han dado instrucciones explícitas para utilizar los dedos (Siegler & Shrager, 1984). Además, se ha comprobado que el uso de los dedos facilita la realización de sumas y restas sencillas al servir como una herramienta que ayuda a aliviar la memoria de trabajo y contribuye a realizar cálculos correctos

(Bender & Beller, 2011; Dupont-Boime & Thevenot, 2018; Wiese, 2004). Un ejemplo sobre cómo se pueden utilizar los dedos para contar podría ser una situación en la que un niño tiene que resolver el siguiente problema aritmético verbal: 'Juan tenía cinco monedas y su hermana le dio tres más. ¿Cuántas monedas tiene Juan ahora?'. Para resolver el problema, el niño puede utilizar la estrategia más básica, que sería contar todo (Baroody, 1987) y contar con los dedos de una mano: 'uno, dos, tres, cuatro y cinco', y con los dedos de la otra mano 'uno, dos y tres' para después contar todos los dedos: 'uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete y ocho'. De manera alternativa, si el niño ha interiorizado la representación de números pequeños con patrones de dedos, entonces, puede levantar cinco dedos simultáneamente con una mano y tres dedos con la otra. En este caso, el niño sería capaz de reconocer los patrones más rápidamente y responder antes al problema (sin utilizar otra estrategia de conteo). Por consiguiente, los dedos pueden utilizarse de dos maneras diferentes: (1) para contar una cantidad, levantando un dedo por cada uno de los números que se van diciendo; o (2) el patrón numérico con dedos puede almacenarse en la mente y visualizarse directamente para representar una cantidad. Esto nos lleva a diferentes tipos de representaciones numéricas con dedos (Soylu et al., 2018): contar con dedos (*finger counting*) y mostrar con dedos (*finger montring*).

Contar con dedos y mostrar con dedos: actuar y comunicar cantidades con las manos

Cuando hablamos de conteo con dedos nos referimos a un acto en movimiento que se utiliza como ayuda para contar y realizar operaciones aritméticas (normalmente, se va levantando un dedo por cada objeto contado). Por otro lado, se denomina mostrar con dedos al acto estático de levantar uno o varios dedos a la vez, es decir, al uso de configuraciones de dedos para representar y comunicar números cardinales. Por ejemplo, en un restaurante, mostramos tres dedos simultáneamente en lugar de levantarlos

uno a uno para indicar que queremos tres refrescos (Pika et al., 2009). Esta diferenciación es importante porque las representaciones de los dedos durante el proceso de contar parecen diferir de las utilizadas para mostrar una cantidad a otras personas (Di Luca & Pesenti, 2011; Wasner et al., 2015). Por ejemplo, la mayoría de los europeos empiezan a contar con los dedos con el pulgar para decir uno (Lindemann et al., 2011); sin embargo, utilizan el dedo índice cuando tienen que pedir una cerveza en un restaurante (Crollen et al., 2011; Di Luca & Pesenti, 2008; Pika et al., 2009). Es importante destacar que también existen diferencias sustanciales entre culturas en cuanto a si las representaciones con los dedos muestran o no la cantidad que representan. Por ejemplo, mientras que en los países occidentales se levantan seis dedos para indicar seis elementos, en muchos países asiáticos sólo se levantan dos dedos (pulgar y meñique).

Diferencias socioculturales para contar con dedos

Los estudios existentes sobre el uso del conteo con dedos se han centrado en analizar diferentes aspectos, entre ellos: (i) la orientación de las palmas de las manos en el conteo (orientadas hacia uno mismo o hacia abajo); (ii) los patrones que implican levantar los dedos y aquellos en los que los dedos están doblados; (iii) la mano que inicia el conteo; (iv) y si existe simetría anatómica o continuación espacial cuando el conteo implica a ambas manos. Pero éstos no han sido los únicos aspectos analizados en el campo del conteo con los dedos. Así, Cipora et al. (2022) señalaron que también se puede analizar qué dedo inicia la secuencia de conteo. Sin embargo, no todas estas cuestiones han suscitado el mismo nivel de interés para los investigadores. Por ejemplo, muy pocos estudios han investigado la orientación de las palmas durante el conteo. Y hace algunos años, Bender y Beller (2012) descubrieron que levantar los dedos era el enfoque típico en los países europeos, mientras que en Japón la gente empieza a contar con la palma abierta y doblando los dedos (Nishiyama, 2013).

La mayoría de los estudios se han centrado en investigar la mano y el dedo que inician la secuencia de conteo. Los resultados de estos estudios han demostrado que la mayoría de los europeos levantan un dedo para cada número, lo que establece el principio de correspondencia uno a uno entre los dedos y los números. No obstante, existe una considerable variabilidad entre países y culturas. Mientras que algunos autores han observado que los escoceses (Fischer, 2008), holandeses, canadienses, finlandeses, alemanes, italianos, belgas y estadounidenses muestran preferencia por empezar a contar con la mano izquierda (Lindemann et al., 2011), otros han encontrado que los belgas (Di Luca & Pesenti, 2008; Sato & Lalain, 2008), polacos (Hohol et al., 2018), británicos, alemanes (Cipora et al., 2022), y participantes franceses (Sato & Lalain, 2008) prefieren empezar a contar con la mano derecha. En el caso de las culturas de Oriente Medio, las personas tienden a empezar a contar con la mano derecha (Lindemann et al., 2011).

El orden en el que canadienses, italianos, belgas, franceses, alemanes, polacos y escoceses levantan los dedos para contar es similar; es decir, empiezan con el pulgar, continúan con el índice, el corazón, el anular y el meñique de la misma mano antes de pasar a la otra mano y repetir el mismo proceso (e.g., Brozzoli et al., 2008; Di Luca & Pesenti, 2008, 2010; Domahs et al., 2010; Fabbri, 2013; Fischer, 2008; Morrissey et al., 2016; Pika et al., 2009; Sato & Lalain, 2008; Zago & Badets, 2016). Sin embargo, las culturas de Oriente Medio (e.g., los iraníes; Lindemann et al., 2011) y algunas culturas indígenas (como los Tsimane, de la Amazonia) eligen el dedo meñique para empezar a contar (Cipora et al., 2022). Los chinos empiezan a contar con el dedo índice (Domahs et al., 2010).

Diferencias socioculturales para mostrar cantidades con dedos

En contraste con el nivel de atención que ha recibido el conteo con dedos, muy pocos son los estudios que se han realizado para analizar cómo se comunican cantidades con los dedos, es decir,

cómo se usan los dedos para mostrar o representar números. Los alemanes utilizan el pulgar para empezar a contar con los dedos, pero también utilizan ese dedo para comunicar ‘uno’ (Cipora et al., 2022; Pika et al., 2009). Los francocanadienses (Pika et al., 2009) y los británicos (Cipora et al., 2022) utilizan el pulgar para empezar a contar ‘uno’, pero cuando tienen que comunicar ‘uno’, levantan el dedo índice. Estas disparidades revelan no solo diferencias entre las culturas sino también una enorme variabilidad dentro de cada cultura en lo que respecta a cómo se utilizan los dedos para comunicar cantidades. Wasner et al. (2015), basándose en una muestra de 76 participantes adultos, demostraron que las representaciones con dedos utilizadas para los números del 1 al 9 eran diferentes en el 44% de los ensayos: al comparar la tarea de contar con dedos y la tarea de mostrar con dedos, observaron que los participantes cambiaron la mano, el dedo o ambos en casi la mitad de los ensayos. Estos resultados sugieren que las personas conocen diferentes representaciones con dedos y las utilizan en función de distintos factores (e.g., la situación, la disponibilidad de manos, etc.). Recientemente, Cipora et al. (2022) también analizaron la forma en que británicos, alemanes y una tribu indígena de Colombia (Tsimane) comunicaban cantidades a otros. Los resultados mostraron que, incluso dentro de la misma cultura, se utilizan diferentes patrones de representaciones para comunicar cantidades.

El presente estudio

El objetivo del presente estudio es investigar cómo los niños y adultos españoles cuentan y muestran cantidades con sus dedos. En concreto, pretendemos: (i) descubrir cuáles son las representaciones más usadas para mostrar cantidades con dedos, así como caracterizar los aspectos dominantes de la secuencia de conteo con dedos; y (ii) explorar la variabilidad intra-cultural para contar y mostrar cantidades con dedos. Para ello, consideramos dos grupos diferentes que pueden reflejar dicha variabilidad: niños y adultos. Nótese que ésta es una diferencia clave con respecto a

estudios anteriores. La revisión de la literatura muestra que los estudios previos se han centrado principalmente en definir las diferencias entre culturas más que en estudiar la variabilidad intra-cultural. Además, no existen informes adecuados sobre las representaciones de cantidades con dedos en España, ya que Liutsko et al. (2017) proporcionaron pruebas muy limitadas con 48 niños de 10 a 12 años.

Método

Participantes

Un total de 3,210 niños y adultos españoles participaron en este estudio. Los niños de la muestra actual procedían de un estudio a gran escala que investiga el desarrollo de las habilidades matemáticas durante los primeros años de la escuela formal.

La muestra de *niños* estaba compuesta por 637 alumnos (304 niñas; Medad = 6.01 años, $DT = 1.47$, rango = 3–8) de tres colegios diferentes de una pequeña ciudad del oeste de España. Ninguno de los niños presentaba discapacidad o trastornos relacionados con el desarrollo. Para todos ellos, se obtuvo el consentimiento informado de los padres antes de realizar las pruebas. Trece participantes fueron eliminados de esta muestra porque no eran capaces de contar más de 5 o sus aciertos eran inferiores al 50% en las tareas que se describen en las siguientes páginas.

Los niños fueron evaluados individualmente en sus respectivos colegios por un ayudante de investigación instruido. Los datos se recogieron en dos sesiones diferentes de 15 minutos junto con otras tareas sobre procesamiento numérico. Hay que tener en cuenta que los niños de tres y cuatro años no fueron evaluados con la tarea de contar con los dedos porque presentaban dificultades para realizarla. Además, hubo un grupo de niños de seis años que no dio su consentimiento para ser evaluado en una segunda sesión y, por esta razón, esos niños no fueron evaluados en la tarea de mostrar con dedos. La muestra final de niños para la tarea de mostrar con dedos fue de

410 participantes de cinco, seis, siete y ocho años de edad.

La muestra de *adultos* estaba compuesta por 2,573 participantes de diferentes regiones de España. Los datos de 30 participantes estaban incompletos y no se incluyeron en los análisis finales. Todos los participantes dieron su consentimiento por escrito para el estudio. La muestra adulta final consistió en 2,543 participantes (71.2%, mujeres; Medad = 37.5 años, $DT = 14.7$, rango = 16–79). El grupo de adultos estaba formado principalmente por trabajadores en activo ($N = 58.12\%$), estudiantes universitarios a tiempo completo ($N = 22.14\%$), estudiantes universitarios a tiempo parcial ($N = 3.26\%$), desempleados ($N = 5.86\%$) y adultos jubilados o inactivos ($N = 10.61\%$).

Los datos de los adultos se recogieron mediante un cuestionario en línea adaptado de Hohol et al. (2018). También se recopilaban datos demográficos básicos (es decir, sexo, edad, país de nacimiento, nivel educativo y ocupación). Además, se incluyeron algunas preguntas sobre mostrar cantidades con dedos (*finger montring*, véase la tarea de Mostrar con dedos para obtener información detallada) que no estaban incluidas en el cuestionario inicial de los autores. El cuestionario se distribuyó por correo electrónico. El periodo de recogida de datos fue de unas ocho semanas y el tiempo medio de respuesta fue de unos ocho minutos. Se puede acceder al cuestionario en <https://forms.gle/LcPs2VMXef7q8WKi6>.

Materiales

Evaluación de la lateralidad. En esta tarea los niños debían escribir sus nombres (o hacer un dibujo para los más pequeños) en un papel y construir una torre con unos cubos. Quienes realizaron las dos actividades con la mano derecha fueron categorizados como *diestros*, quienes realizaron ambas actividades con la mano izquierda fueron categorizados como *zurdos* y quienes realizaron cada actividad con una mano o fueron incapaces de realizar alguna de las actividades fueron categorizados como *no definidos*. En el caso de los

participantes adultos, se les preguntó: ‘¿Qué mano utilizas siempre para escribir?’ con tres opciones: derecha, izquierda o cualquiera de ellas indistintamente. Quienes marcaron la mano derecha fueron categorizados como *diestros*, quienes eligieron la izquierda fueron categorizados como *zurdos* y quienes marcaron ambas manos fueron categorizados como *ambidiestros*.

Contar con dedos. En esta tarea tanto los niños como los adultos recibieron las mismas instrucciones: ‘Por favor, deja las manos libres y cierra los puños delante de ti. Ahora, empieza a contar con los dedos del 1 al 10’ (Fabbri, 2013; Fischer, 2008). La información relativa al patrón de conteo con los dedos se clasificó siguiendo a Cipora et al. (2022, véase la sección Resultados). También se recogió información adicional relacionada con (i) la mano que inicia el conteo (derecha o izquierda), (ii) el dedo que inicia el conteo (pulgar, índice, corazón, anular o meñique), (iii) el dedo utilizado para contar seis (pulgar, índice, corazón, anular o meñique), y (iv) la transición de una mano a otra (*simetría anatómica* frente a *continuidad espacial*). La *simetría anatómica* se caracteriza por empezar a contar con el mismo dedo en ambas manos y seguir la misma secuencia. Por el contrario, la *continuidad espacial* se caracteriza por proyectar los números en una línea ordinal con los dedos, esto es, el último dedo que se utiliza para contar con la primera mano es el mismo que se utiliza para continuar el conteo en la segunda mano. Se añadió un tercer tipo de categoría, denominado *otras* para aquellas transiciones que no encajaban en ninguna de las categorías anteriores.

Mostrar con dedos. Esta tarea se basa en las tareas que Pika et al. (2009) y Wasner et al. (2015) utilizaron en sus experimentos. El experimentador les decía a los niños: ‘Imagina que vas al quiosco y quieres pedir unos caramelos, pero la persona encargada no puede escucharte, así que tienes que mostrarle la cantidad con los dedos. ¿Cómo pides cinco?’. Y los participantes tenían que representar ese número con los dedos con la

mayor precisión posible. Después de cada ensayo, los niños tenían que cerrar los puños y, a continuación, el experimentador pedía un nuevo número. Los participantes estaban sentados con los puños cerrados y las manos sobre la mesa. Se pedía a los alumnos que mostraran los números del 1 al 9 (excepto el 5) con los dedos (en el siguiente orden: 3, 7, 1, 8, 4, 6, 2, 9). Se excluyeron los ensayos en los que los niños representaron una cantidad distinta de la solicitada y sólo se tuvieron en cuenta para el presente estudio las representaciones correctas.

Para los participantes adultos la pregunta fue ‘Imagina que vas a un bar y tienes que pedir una cantidad de bebidas, pero el camarero no puede escucharte, así que tienes que hacer el gesto con las manos’. A continuación, se les presentaron fotografías con diferentes alternativas para cada número del 1 al 9 (excepto el 5). Estos patrones se basaban en estudios anteriores. Por ejemplo, para la representación del número 2 se les presentaron fotografías con los dedos: (i) índice y corazón; (ii) pulgar e índice; y (iii) meñique y anular. Una cuarta alternativa era la opción ‘de otra forma’. En el caso de los números 4 y 9, a los participantes sólo se les presentaron dos alternativas porque para la representación del número 4 sólo hay dos opciones canónicas posibles: (i) índice, corazón, anular y meñique (es decir, todos los dedos menos el pulgar); y (ii) pulgar, índice, corazón y anular (es decir, todos los dedos menos el meñique).

Análisis de datos

Dada la naturaleza de los datos, se utilizaron estadísticos no paramétricos (prueba Chi-cuadrado de Pearson). Para comparar los tipos específicos de representaciones con dedos entre los grupos (niños y adultos), se realizaron pruebas χ^2 con ajuste de Bonferroni para comparaciones múltiples. Para comprobar el tamaño del efecto, se utilizó el estadístico V de Cramer que, según las normas de Cohen (2013), indica si el efecto es pequeño (.1), medio (.3) o grande (.5). Los análisis se realizaron con el programa SPSS®.

Resultados

Conteo con dedos

Las frecuencias relativas a cada aspecto del conteo con dedos¹ analizado se resumen en la Tabla 1.

Patrones de conteo con dedos. Se identificaron dieciocho tipos de patrones según el orden en que se levantaban los dedos.² El patrón más predominante utilizado por niños y adultos fue el mismo: empezar con el pulgar derecho para contar uno (seguido de todos los dedos de la misma mano en orden — índice, corazón, anular y meñique) y continuar con el pulgar izquierdo siguiendo el mismo patrón (véase la Tabla 1, panel a). No obstante, una prueba de chi-cuadrado reveló diferencias significativas entre niños y adultos en los tipos de patrones de conteo analizados, χ^2 (17, $n=3,077$) = 330.25, $p < .001$. La magnitud de esta asociación fue moderada (.33). Nótese que esto se debe probablemente a una variabilidad sustancial en los patrones de conteo tanto de niños como de adultos. Por ejemplo, mientras que los niños prefieren empezar a contar con el pulgar o el meñique de ambas manos, los participantes adultos mostraron una tendencia a empezar con el pulgar de la primera mano y continuar con el meñique de la segunda o empezar con el pulgar de ambas manos.

Mano inicial para contar con dedos. El patrón dominante tanto en niños como en adultos coincidía con la asignación de los números del uno al cinco a la mano derecha durante el conteo (véase la Tabla 1, panel b). Sin embargo, dicho patrón estaba más establecido en adultos que en niños [χ^2 (1, $n=3,167$) = 4.58, $p = .032$], aunque el tamaño del efecto fue pequeño (.04). Además, existía una asociación entre la mano de inicio y la mano dominante³ (véase la Tabla 2) tanto en niños [χ^2 (1, $n=624$) = 18.91, $p > .0001$] como en adultos [χ^2 (1, $n=2,543$) = 202.89, $p < .0001$], lo que demuestra que la mayoría de los participantes preferían empezar a contar con su mano dominante.

Dedo inicial para contar con dedos. Hubo coherencia en el dedo que niños y adultos utilizan para empezar a contar. Ambos prefieren empezar a contar

con el pulgar, aunque existe variabilidad en ambos grupos. La prueba chi-cuadrado reveló una asociación entre el grupo (niños y adultos) y el dedo de inicio (véase la Tabla 1, panel c), χ^2 (3, $n=3,167$) = 160.83, $p < .001$, debido a discrepancias en otros patrones de conteo diferentes al dominante. La magnitud de esta asociación fue moderada (.23). Por ejemplo, se encontró que una mayor proporción de niños empezaba a contar con el dedo índice, mientras que la proporción de adultos que eligió el dedo meñique para empezar a contar era mayor que la de los niños.

Dedo utilizado para contar 6. No se observó coherencia entre niños y adultos. La Tabla 1 (panel d) muestra que la mayoría de los niños utilizó el pulgar para contar 6, mientras que los participantes adultos utilizaron el dedo meñique, χ^2 (3, $n=3,105$) = 256.24, $p < .001$.

Transición de una mano a otra. Como puede verse en la Tabla 1 (panel e) la mayoría de los niños y adultos utilizaron una transición anatómica, es decir, empezaron a contar con el mismo dedo en ambas manos. Una prueba de chi-cuadrado reveló diferencias significativas entre los grupos, χ^2 (2, $n=3,105$) = 98.834, $p < .001$, siendo la proporción de participantes adultos que utilizó la continuidad espacial de una mano a otra mayor que la de los niños.

Mostrar con dedos

La Tabla 3 muestra las frecuencias correspondientes a cada patrón identificado en el estudio.

Número 1. La representación con dedos más usada tanto en niños como en adultos fue levantar el dedo índice. Una prueba de chi-cuadrado reveló una asociación entre el grupo y el tipo de representación [χ^2 (2, $n=2,950$) = 154.291, $p < .0001$], probablemente, porque la proporción de participantes que utilizaba otro tipo de representación (dedo pulgar o meñique) era mayor en los niños (el tamaño del efecto fue moderado .23).

Número 2. La representación más frecuente usada tanto por niños como por adultos fue levantar los

Tabla 1. Patrones de conteo con dedos usados por niños y adultos.

	Niños		Adultos	
	N	%	N	%
(a) Patrón de conteo con dedos				
Pulgar derecho – Pulgar izquierdo	162	29.2*	580	23
Pulgar derecho – Meñique izquierdo	16	2.9	357	14.1*
Pulgar derecho – Índice izquierdo	9	1.6*	14	0.6
Índice derecho – Pulgar izquierdo	56	10.1*	147	5.8
Índice derecho – Meñique izquierdo	6	1.1	45	1.8
Índice derecho – Índice izquierdo	76	13.7*	166	6.6
Meñique derecho – Pulgar izquierdo	23	4.2	131	5.2
Meñique derecho – Meñique izquierdo	5	0.9	315	12.5*
Meñique derecho – Índice izquierdo	1	0.2	16	0.6
Pulgar izquierdo – Pulgar derecho	99	17.9*	211	8.4
Pulgar izquierdo – Meñique derecho	14	2.5	336	13.3*
Pulgar izquierdo – Índice derecho	5	0.9	15	0.6
Índice izquierdo – Pulgar derecho	20	3.6*	23	0.9
Índice izquierdo – Meñique derecho	4	0.7	10	0.4
Índice izquierdo – Índice derecho	32	5.8*	43	1.7
Meñique izquierdo – Pulgar derecho	19	3.4*	31	1.2
Meñique izquierdo – Meñique derecho	7	1.3	77	3.1*
Meñique izquierdo – Índice derecho	0	0	6	0.2
(b) Mano inicial				
Derecha	411	65.9	1,787	70.3*
Izquierda	213	34.1*	756	29.7
(c) Dedo inicial				
Pulgar	320	51.3	1,515	59.6*
Índice	242	38.8*	437	17.2
Meñique	58	9.3	580	22.8*
Otros	4	0.6	11	0.4
(d) Dedo usado para contar 6				
Pulgar	382	68*	1,126	44.3
Índice	124	22.1*	263	10.3
Meñique	52	9.2	1,141	44.9*
Otros	4	0.7	13	0.5
(e) Transición				
Anatómica	381	68.3*	1,392	54.8
Espacial	72	12.9	856	33.6*
Otra	109	18.8*	295	11.6

Nota: Los números marcados con un asterisco muestran las proporciones que difieren entre niños y adultos. El patrón de conteo con dedos se refiere a la secuencia que se sigue para contar del 1 al 10. Los patrones se definen según la mano inicial (derecha o izquierda), el dedo inicial (pulgar, índice o meñique), la segunda mano que interviene en el conteo (derecha o izquierda) y el dedo inicial de la segunda mano (pulgar, índice o meñique).

dedos índice y corazón. Al igual que en *el número 1*, una prueba de chi-cuadrado reveló diferencias entre niños y adultos, fundamentalmente debidas

a que la proporción de niños que utilizaba otro tipo de representación (pulgar e índice o meñique y anular) era mayor, χ^2 (2, $n=2.936$) = 66.334,

Tabla 2. Lateralidad y mano inicial.

Lateralidad	Mano inicial de niños				Mano inicial de adultos			
	Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Diestro/a	380	68.6*	174	31.4	1,741	73.8*	619	26.2
Zurdo/a	27	41.5	38	58.5*	34	21	128	79*
Ambidiestro/a	0	0	0	0	12	57.1	9	42.9
No definido	4	80*	1	20	0	0	0	0
Total	411	65.9	213	34.1	1787	70.3	756	29.7

Nota: Los números marcados con un asterisco muestran las proporciones que difieren entre la mano derecha y la izquierda dentro de cada grupo.

$p < .0001$ (aunque el tamaño del efecto fue pequeño .15).

Número 3. El patrón de representación dominante en ambos grupos fue mostrar los dedos índice, corazón y anular, aunque la proporción de niños que utilizaba esta representación fue mayor. De este modo, la prueba de chi-cuadrado resultó significativa [χ^2 (2, $n = 2,946$) = 10.66, $p < .01$], siendo el tamaño del efecto fue muy pequeño (.06), debido a que los participantes adultos utilizaron otros patrones con más frecuencia que los niños.

Número 4. Más del 90% de los niños y adultos levantaron los dedos índice, corazón, anular y meñique. No obstante, se encontró una asociación entre los grupos y el tipo de representación, χ^2 (2, $n = 2,944$) = 65.58, $p < .0001$ (aunque el tamaño del efecto fue pequeño .15). Esta diferencia se debe principalmente a que la proporción de niños que mostró otros patrones fue ligeramente superior a la de los adultos.

Número 6. El patrón dominante en niños y adultos fue diferente en este caso, χ^2 (2, $n = 2,909$) = 106.147, $p < .0001$, aunque se encontró un pequeño tamaño del efecto (.19). La mayoría de los adultos muestran seis con una mano abierta y el dedo índice de la otra mano, mientras que la mayoría de los niños utiliza el dedo pulgar de la segunda mano.

Números 7 y 8. Encontramos patrones dominantes en adultos, pero no identificamos patrones dominantes en niños. Ambas pruebas chi cuadrado fueron significativas (Número 7: χ^2 (2, $n = 2,911$) = 62.47, $p < .0001$; Número 8: χ^2 (2, $n = 2,824$) = 27.857, $p < .0001$). Obsérvese que la proporción de adultos que declaró usar patrones diferentes a los dominantes fue mayor que la de niños y que la de patrones que correspondían a números pequeños.

Número 9. El patrón dominante tanto en niños como en adultos fue una mano abierta y los dedos índice, corazón, anular y meñique de la otra mano. No obstante, la prueba chi-cuadrado fue significativa, χ^2 (2, $n = 2,889$) = 255.839, $p < .0001$, y el efecto del tamaño fue moderado (.3), probablemente debido a que los niños mostraron otros patrones con más frecuencia que los adultos. Por ejemplo, alrededor del 30% de los niños mostraron el número 9 con la mano abierta y los dedos pulgar, índice, corazón y anular de la otra mano, mientras que ese patrón en los adultos correspondía aproximadamente al 5% de la muestra.

Discusión

En este estudio investigamos la variabilidad intracultural en la forma de contar y mostrar cantidades con los dedos. Los resultados sugieren cierta coherencia en los patrones usados, independientemente del grupo de edad. En general, tanto los niños

Tabla 3. Tipo de representación numérica con dedos en función del número representado en el grupo de niños y en el grupo de adultos.

	Dedos	Niños		Adultos	
		N	%	N	%
1	P	42	10.3*	30	1.2
	I	349	85.3	2,498	98.2*
	M	14	3.4*	15	0.6
	Otros	4	1	0	0
2	PI	27	6.7*	34	1.3
	IC	354	87.2	2,487	97.8*
	MA	12	3*	22	0.9
	Otros	13	2	0	0
3	PIC	66	16.2	462	18.2
	ICA	287	70.3*	1,616	63.5
	MAC	50	12.3	465	18.3*
	Otros	5	1.2	0	0
4	PICA	31	7.7*	34	1.3
	ICAM	370	91.5	2,509	98.7*
	Otros	3	0.7	0	0
6	Base + P	224	57*	831	32.7
	Base + I	145	36.9	1,574	61.9*
	Base + M	5	1.3	130	5.1*
	Otros	19	4.8	8	0.3
7	Base + PI	180	47.2*	724	28.5
	Base + IC	181	47.5	1,637	64.4*
	Base + MA	11	2.9	178	7*
	Otros	9	2.3	4	0.2
8	Base + PIC	150	39.8*	759	29.8
	Base + ICA	154	40.8	1,264	49.7*
	Base + MAC	38	10.1	459	18*
	Otros	35	9.3	61	2.4
9	Base + PICA	108	30.6*	139	5.5
	Base + ICAM	240	67.9	2,402	94.4*
	Otros	5	1.4	2	0.1

Nota: Los números están marcados con un asterisco cuando la proporción difiere entre grupos. P: pulgar; I: índice; C: dedo corazón; A: anular; M: meñique; la base corresponde a una mano abierta con cinco dedos.

como los adultos mostraron representaciones similares a la hora de utilizar los dedos para contar o para transmitir información sobre cantidades. Además, observamos que los patrones dominantes de conteo y las representaciones (con dedos) usadas para mostrar cantidades coincidían con aquellos descritos en otros países occidentales, los

mismos que, según Bender y Beller (2012), se emplean en la mayoría de los países europeos.

Conteo con dedos

El patrón dominante que usan tanto niños como adultos para contar del 1 al 10 consiste en

empezar con el pulgar de la mano derecha seguido de todos los dedos de esta mano en orden y contar 6 con el pulgar izquierdo siguiendo el mismo orden. Cabe mencionar que, aunque este patrón sea el más usado, menos de un tercio de los participantes lo utiliza y existe una variabilidad sustancial en ambos grupos. Mientras que la mayoría de los niños empieza a contar con el mismo dedo de ambas manos, normalmente el pulgar o el índice, los adultos suelen empezar con el pulgar de la primera mano y el meñique de la segunda. Por este motivo, aunque la transición dominante tanto en niños como en adultos es la transición anatómica (es decir, empezar con el mismo dedo en ambas manos), hay un alto porcentaje de adultos que presenta continuidad espacial en el conteo. En este sentido, es posible que el aprendizaje de los números o la lectura influyan en este proceso (Lindemann et al., 2011; Shaki et al., 2010).

En general, tanto los niños como los adultos empiezan a contar con la mano derecha y el pulgar. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores realizadas en otros países europeos (e.g., Di Luca & Pesenti, 2008; Liutsko et al., 2017; Sato & Lalain, 2008). Además, la mano que inicia el conteo coincide en muchos casos con la mano dominante, lo que también se ha encontrado en estudios anteriores (e.g., Cipora et al., 2022; Di Luca et al., 2006; Hohol et al., 2018; Morrissey et al., 2016; Sato & Lalain, 2008; Sato et al., 2007). Esto parece más establecido en los participantes adultos. Sin embargo, es preciso destacar que una proporción considerable de participantes comenzó a contar con su mano no dominante (especialmente en el caso de los niños). Estos hallazgos sugieren que cuando la lateralidad está completamente desarrollada, y la cultura no proporciona un patrón definido (Hohol et al., 2018), se muestra una preferencia por la mano dominante para empezar a contar.

En cuanto al dedo con el que se inicia el conteo, estudios anteriores han mostrado coherencia entre las distintas culturas de los países occidentales. En concreto, Cipora et al. (2022) y Fischer (2008) mostraron que más del 82% de los participantes británicos, alemanes y finlandeses utilizaban el pulgar para empezar a contar. Sin embargo,

este no parece ser el caso de España, ya que menos del 60% de los participantes del estudio actual empezaron a contar con el pulgar, por lo que la variabilidad intra-cultural es mayor que en otros países.

Por último, es importante señalar que los factores situacionales pueden influir en la secuencia de conteo de dedos que siguen los participantes (Hohol et al., 2018; Lucidi & Thevenot, 2014; Wasner et al., 2015), por ejemplo, la gente escoge la mano no dominante para contar cuando está sujetando algún objeto con la mano dominante.

Mostrar con dedos

El patrón dominante tanto en niños como en adultos era utilizar el dedo índice como base de las representaciones (en particular para los números del 1 al 5), así, cuando se les pedía que comunicaran 'dos' con los dedos, los participantes solían levantar los dedos índice y corazón, en lugar de utilizar el pulgar y el índice (que era el patrón más usado para contar con los dedos). Estos resultados son similares a los obtenidos en estudios anteriores que han investigado cómo se utilizan los dedos para comunicar cantidades (e.g., Crollen et al., 2011; Morrissey et al., 2016; Wasner et al., 2015). Aunque no existen fundamentos científicos que respalden por qué ciertos patrones se convierten en dominantes, es factible pensar que la dificultad que conlleva a nivel de motricidad fina representar determinadas cantidades, puede explicar por qué los patrones descritos anteriormente son dominantes.

Obsérvese que encontramos una variabilidad sustancial tanto en niños como en adultos cuando se trata de números más grandes (del 6 al 8) y que no pudimos identificar un patrón dominante para algunos de esos números en los niños, lo que podría deberse a la falta de familiaridad con las representaciones de cantidades con dedos que corresponden a números grandes. También podría ser que los patrones de conteo interfieran en cierta medida. Por ejemplo, mientras que la mayoría de los adultos representa el número 6 con la mano abierta y el índice de la otra mano, los niños usan el pulgar de la segunda mano para

representarlo; representación que coincide con el patrón usado para contar con dedos. Del mismo modo, con respecto al número 9, los niños utilizaron una representación que incluía todos los dedos excepto el meñique de una mano.

Es posible que la representación de los números con los dedos ofrezca a los niños la oportunidad de aprender e interiorizar las propiedades fundamentales de los números a través de interacciones sensoriomotoras con el mundo (Gashaj et al., 2019). Este proceso podría lograrse a través de lo que Galperin (1992) denominó *acción materializada*, es decir, las personas aprenden a través de sus interacciones con los materiales (los dedos, en este caso) y, con el tiempo, se vuelven menos dependientes del soporte material y más conscientes de los significados que conllevan (propiedades de los números).⁴ Estas características hacen de los dedos una herramienta importante para contar (Domahs et al., 2010) y para la comprensión de conceptos matemáticos abstractos (Kirsh, 2013).

Limitaciones y estudios futuros

Este estudio no está exento de limitaciones. En primer lugar, nuestras muestras de niños y adultos no pueden considerarse representativas. Por ejemplo, la mayoría de los niños del presente estudio estaban matriculados en escuelas que atendían a familias con nivel socioeconómico medio, por lo tanto, la realización de estudios con una población representativa podría proporcionar pruebas más sólidas con respecto a los patrones de conteo más usados y si dichos patrones en España son similares a los descritos en otros países. Nótese que, hasta donde sabemos, no hay estudios que hayan considerado muestras que puedan ser representativas. En segundo lugar, no se recogieron datos sobre el origen sociocultural de los participantes ni sobre si la lateralidad había sido corregida durante la infancia, por lo que estos dos factores deberían tenerse en cuenta en futuros estudios para asegurar que sólo se miden diferencias intra-culturales. En tercer lugar, aunque nuestro objetivo era investigar las diferencias intra-culturales en dos etapas del desarrollo

diferentes, este estudio no es longitudinal, por lo tanto, nuestros resultados no pueden interpretarse desde una perspectiva puramente evolutiva, ya que no sabemos si el conteo y el uso de representaciones para mostrar cantidades con los dedos cambian a lo largo del desarrollo ni cuáles son los factores que pueden afectar a dichos cambios. Nuestro estudio sugiere cierta estabilidad, pero se necesita más investigación para apoyar este hallazgo.

Los estudios futuros también deberían investigar el papel de los dedos en contextos de instrucción habituales; por ejemplo, si se permite a los niños utilizar los dedos para apoyar la comprensión de procesos básicos como la suma y la resta. Aunque existen pruebas de que las representaciones con los dedos pueden contribuir al aprendizaje de aspectos matemáticos básicos (Crollen & Noël, 2015; Newman, 2016; Newman & Soylu, 2014; Previtali et al., 2011), no sabemos hasta qué punto los profesores apoyan este enfoque. Además, algunos estudios han demostrado que los niños con dificultades de aprendizaje en matemáticas confían en mayor medida en sus dedos para resolver operaciones y muestran una menor recuperación de información numérica desde la memoria que los niños sin dichas dificultades (Hanich et al., 2001; Jordan et al., 2002, 2003; Ostad, 1997, 1999). Sin embargo, no sabemos qué tipo de representaciones utilizan estos niños. Los resultados del presente estudio también plantean cuestiones adicionales que deberían abordarse. Por ejemplo, no sabemos si existe variabilidad intraindividual en etapas tempranas y si el conteo con dedos precede a la forma de mostrar cantidades con dedos. Nuestros resultados sugieren que puede ser así, pero se necesitan más pruebas.

Conclusión

Los resultados del presente estudio sugieren que las formas de contar y mostrar cantidades con los dedos son bastante estables dentro de la misma cultura y que niños y adultos comparten patrones dominantes similares. No obstante, encontramos una variabilidad sustancial a la hora de comunicar

grandes cantidades (6–9) con los dedos, lo que sugiere que la falta de familiaridad con estas representaciones puede afectar al resultado de los estudios que han investigado las asociaciones entre la forma de mostrar cantidades con dedos y las matemáticas en niños pequeños, ya que no existe una representación canónica para determinados números. También se ha observado que las representaciones usadas por niños para mostrar cantidades con dedos parecen estar más asociadas con los procesos ordinales implicados en el conteo con los dedos, aunque hay otros aspectos que pueden afectar a este resultado, como la instrucción de los profesores, el aprendizaje por observación y la enculturación.

Notas

1. Algunos niños de tres y cuatro años no eran capaces de contar más allá del 5, y sólo utilizaban una mano. Por lo tanto, no se incluyeron en los análisis los datos relativos a (i) el patrón de dedos utilizado para contar del 1 al 10, (ii) el dedo utilizado para contar 6 y (iii) la transición de una mano a otra durante el conteo.
2. Se excluyó a 26 participantes de este análisis porque sus patrones de conteo con los dedos no coincidían con los patrones preestablecidos.
3. En ambos grupos, la gran mayoría de los participantes eran diestros: niños ($N=554$, 88.8%) y adultos ($N=2,360$, 92.8%).
4. Agradecemos esta sugerencia a un revisor anónimo.

Acknowledgements / Agradecimientos

This article would not have been possible without the collaboration of hundreds of people who participated in the online questionnaire from all over Spain and the possibility offered by teachers, counsellors and pupils from different schools in Salamanca. We are also indebted to our research assistants and all the people that took part in the assessment. / *Este artículo no habría sido posible sin la colaboración de cientos de personas que participaron cumplimentando el cuestionario desde diversas regiones de España y la oportunidad que nos brindaron profesores, orientadores y alumnos de distintos colegios de Salamanca de analizar la forma de usar las representaciones con dedos en los colegios. También estamos en deuda con nuestros ayudantes de investigación y con todas las personas que participaron en la evaluación.*

Declaration of conflicting interests / Declaración de conflicto de intereses

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article. / *El (Las) autor(es) declara(n) que no existen posibles conflictos de intereses. con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.*

Funding / Financiación

This work was supported by the Spanish Ministry of Science and Innovation under Grant PGC2018-100758-B-I00. / *Este trabajo fue apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España bajo la subvención PGC2018-100758-B-I00.*

ORCID iD

Rosario Sánchez  <https://orcid.org/0000-0002-7984-1894>

References / Referencias

- Andres, M., Di Luca, S., & Pesenti, M. (2008). Finger counting: The missing tool? *Behavioral and Brain Sciences*, 31(6), 642–643. <https://doi.org/10.1017/S0140525X08005578>
- Baroody, A. J. (1987). The development of counting strategies for single-digit addition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(2), 141–157. <https://doi.org/10.2307/749248>
- Beller, S., & Bender, A. (2011). Explicating numerical information: When and how fingers support (or hinder) number comprehension and handling. *Frontiers in Psychology*, 2, 1–3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00214>
- Bender, A., & Beller, S. (2011). Fingers as a tool for counting—naturally fixed or culturally flexible? *Frontiers in Psychology*, 2, 1–3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00256>
- Bender, A., & Beller, S. (2012). Nature and culture of finger counting: Diversity and representational effects of an embodied cognitive tool. *Cognition*, 124(2), 156–182. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.05.005>
- Brozzoli, C., Ishihara, M., Göbel, S. M., Salemm, R., Rossetti, Y., & Farnè, A. (2008). Touch perception reveals the dominance of spatial over digital representation of numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(14), 5644–5648. <https://doi.org/10.1073/pnas.0708414105>

- Butterworth, B. (1999). *What counts: How every brain is hardwired for math*. The Free Press.
- Cipora, K., Gashaj, V., Gridley, A., Soltanlou, M., & Nuerk, H. C. (2022). Universalities and cultural specificities of finger counting and montring: Evidence from Amazon Tsimane' people. *PsyArxiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/suhej>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Crollen, V., Mahe, R., Collignon, O., & Seron, X. (2011). The role of vision in the development of finger-number interactions: Finger-counting and finger-montring in blind children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(4), 525–539. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.03.011>
- Crollen, V., & Noël, M. P. (2015). Spatial and numerical processing in children with high and low visuospatial abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 132, 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.12.006>
- Di Luca, S., Granà, A., Semenza, C., Seron, X., & Pesenti, M. (2006). Finger-digit compatibility in Arabic numeral processing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(9), 1648–1663. <https://doi.org/10.1080/17470210500256839>
- Di Luca, S., & Pesenti, M. (2008). Masked priming effect with canonical finger numeral configurations. *Experimental Brain Research*, 185(1), 27–39. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1132-8>
- Di Luca, S., & Pesenti, M. (2010). Absence of low-level visual difference between canonical and noncanonical finger-numeral configurations. *Experimental Psychology*, 57(3), 202–207. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000025>
- Di Luca, S., & Pesenti, M. (2011). Finger numeral representations: More than just another symbolic code. *Frontiers in Psychology*, 2, 1–3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00272>
- Domahs, F., Moeller, K., Huber, S., Willmes, K., & Nuerk, H. C. (2010). Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. *Cognition*, 116(2), 251–266. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.05.007>
- Dupont-Boime, J., & Thevenot, C. (2018). High working memory capacity favours the use of finger counting in six-year-old children. *Journal of Cognitive Psychology*, 30(1), 35–42. <https://doi.org/10.1080/20445911.2017.1396990>
- Fabbri, M. (2013). Finger counting habits and spatial-numerical association in horizontal and vertical orientations. *Journal of Cognition and Culture*, 13, 95–110. <https://doi.org/10.1163/15685373-12342086>
- Fayol, M., & Seron, X. (2005). About numerical representations: Insights from neuropsychological, experimental, and developmental studies. In J. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 3–22). Psychology Press.
- Fischer, M. H. (2008). Finger counting habits modulate spatial-numerical associations. *Cortex*, 44, 386–392. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2007.08.004>
- Fuson, K. (1982). An analysis of the counting-on solution procedure in addition. In T. Carpenter (Ed.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 67–81). Lawrence Erlbaum.
- Galperin, P. I. (1992). Stage by stage formation as a method of psychological investigation. *Journal of Russian and East European Psychology*, 30(4), 60–80. <https://doi.org/10.2753/RPO1061-0405300460>
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebers, C. M. (2019). The relation between executive functions, fine motor skills, and basic numerical skills and their relevance for later mathematics achievement. *Early Education and Development*, 30(7), 913–926. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1539556>
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). *Young children's understanding of numbers*. Harvard.
- Gibson, D. J., Berkowitz, T., Butts, J., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2023). Young children interpret number gestures differently than nonsymbolic sets. *Developmental Science*, 26(3), e13335. <https://doi.org/10.1111/desc.13335>
- Goldin-Meadow, S., Levine, S., & Jacobs, S. (2014). Gesture's role in learning arithmetic. In L. Edwards, F. Ferrara & D. Moore-Russo (Eds.), *Emerging perspectives on gesture and embodiment in mathematics* (pp. 51–72). Information Age Publishing.
- Gunderson, E. A., Spaepen, E., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2015). Gesture as a window onto children's number knowledge. *Cognition*, 144, 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.07.008>
- Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 615. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>

- Hohol, M., Woloszyn, K., Nuerk, H.-C., & Cipora, K. (2018). A large-scale survey on finger counting routines, their temporal stability and flexibility in educated adults. *PeerJ*, 6, e5878. <https://doi.org/10.7717/peerj.5878>
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834–850. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00571>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., & Hanich, L. B. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 586–597. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.586>
- Kirsh, D. (2013). Embodied cognition and the magical future of interaction design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 20(1), 1–30. <https://doi.org/10.1145/2442106.2442109>
- Lindemann, O., Alipour, A., & Fischer, M. H. (2011). Finger counting habits in middle eastern and western individuals: An online survey. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 42(4), 566–578. <https://doi.org/10.1177/0022022111406254>
- Liutsko, L., Veraksa, A. N., & Yakupova, V. A. (2017). Embodied finger counting in children with different cultural backgrounds and hand dominance. *Psychology in Russia: State of the Art*, 10(4), 86–92. <https://doi.org/10.11621/pir.2017.0408>
- Lucidi, A., & Thevenot, C. (2014). Do not count on me to imagine how I act: Behavior contradicts questionnaire responses in the assessment of finger counting habits. *Behavior Research Methods*, 46(4), 1079–1087. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0447-1>
- Morrissey, K. R., Liu, M., Kang, J., Hallett, D., & Wang, Q. (2016). Cross-cultural and intra-cultural differences in finger-counting habits and number magnitude processing: Embodied numerosity in Canadian and Chinese university students. *Journal of Numerical Cognition*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.5964/jnc.v2i1.14>
- Newman, S. D. (2016). Does finger sense predict addition performance? *Cognitive Processing*, 17(2), 139–146. <https://doi.org/10.1007/s10339-016-0756-7>
- Newman, S. D., & Soylu, F. (2014). The impact of finger counting habits on arithmetic in adults and children. *Psychological Research*, 78(4), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0505-9>
- Nishiyama, Y. (2013). Counting with the fingers. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 85(5), 859–868. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v85i5.4>
- Orrantia, J., Muñoz, D., Sanchez, R., & Matilla, L. (2022). Supporting the understanding of cardinal number knowledge in preschoolers: Evidence from instructional practices based on finger patterns. *Early Childhood Research Quarterly*, 61, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jecresq.2022.05.009>
- Ostad, S. A. (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67(3), 345–357. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1997.tb01249.x>
- Ostad, S. A. (1999). Developmental progression of subtraction strategies: A comparison of mathematically normal and mathematically disabled children. *European Journal of Special Needs Education*, 14(1), 21–36. <https://doi.org/10.1080/0885625990140103>
- Pika, S., Nicoladis, E., & Marentette, P. (2009). How to order a beer: Cultural differences in the use of conventional gestures for numbers. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 40(1), 70–80. <https://doi.org/10.1177/0022022108326197>
- Previtali, P., Rinaldi, L., & Girelli, L. (2011). Nature or nurture in finger counting: A review on the determinants of the direction of number–finger mapping. *Frontiers in Psychology*, 2, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00363>
- Sato, M., Cattaneo, L., Rizzolatti, G., & Gallese, V. (2007). Numbers within our hands: Modulation of corticospinal excitability of hand muscles during numerical judgment. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(4), 684–693. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.4.684>
- Sato, M., & Lalain, M. (2008). On the relationship between handedness and hand-digit mapping in finger counting. *Cortex*, 44, 393–399. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2007.08.005>
- Shaki, S., Göbel, S., & Fischer, M. (2010). Multiple reading habits influence counting direction in Israeli children [Congress communication]. 28th European Workshop on Cognitive Neuropsychology, Bressanone, Italy.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills* (pp. 229–293). Lawrence Erlbaum Associates.
- Soylu, F., Lester, F. K., Jr., & Newman, S. D. (2018). You can count on your fingers: The role of

- fingers in early mathematical development. *Journal of Numerical Cognition*, 4(1), 107–135. <https://doi.org/10.5964/jnc.v4i1.85>
- Wasner, M., Moeller, K., Fischer, M. H., & Nuerk, H. C. (2015). Related but not the same: Ordinality, cardinality and 1-to-1 correspondence in finger-based numerical representations. *Journal of Cognitive Psychology*, 27(4), 426–441. <https://doi.org/10.1080/20445911.2014.964719>
- Wiese, H. (2004). *Grammatical reduction in multi-ethnic adolescent communication: The rise of new contact languages?* [Congress communication]. Sociolinguistics Symposium 15, Newcastle upon Tyne.
- Zago, L., & Badets, A. (2016). What is the role of manual preference in hand-digit mapping during finger counting? A study in a large sample of right- and left-handers. *Perception*, 45(1–2), 125–135. <https://doi.org/10.1177/0301006615602628>