



## Cognição numérica e linguagem em bebês: uma hipótese sobre a sua relação

Paulo Sérgio Teixeira do Prado<sup>1</sup>  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

### RESUMO

O texto discute uma hipótese sobre a relação entre cognição numérica e linguagem, a qual foi proposta por um estudioso da Linguística Chomskyana. Inicialmente, é apresentada parte da literatura científica sobre a cognição numérica, com foco em pesquisas com bebês humanos. Comumente, os bebês possuem um sistema de representação exata de pequenos números (até três) e outro de representação aproximada de grandes números. Embora haja consenso quanto ao sistema de representação de números grandes, há divergências com relação ao sistema de representação de números pequenos. O autor da hipótese em discussão considera a existência de duas capacidades humanas: a faculdade da linguagem e a dos números naturais. Ambas possuem em comum o uso de meios finitos para produzir o infinito discreto. Quanto à linguagem, de acordo com a gramática gerativa uma operação computacional chamada Merge permite que as gramáticas, cujos elementos são em número finito gerem um número infinito de expressões linguísticas. O autor propõe que o número gramatical, que, de modo geral, tem palavras equivalentes a um, dois e muitos, reflete o sistema de representação precisa de números pequenos. Quanto aos números maiores, em muitas linguagens se adota uma invenção cultural, qual seja, os sistemas numéricos. Estes surgem quando a operação recursiva combinatória Merge integra os dois sistemas numéricos básicos preexistentes. Ou seja, o Merge faz interface com a faculdade de linguagem, bem como com o sistema de representação exata de números pequenos e com o de aproximação numérica, integrando todos os três. Discute-se a possibilidade de testar empiricamente a hipótese.

**Palavras-chave:** Cognição numérica; Linguagem; Gramática Gerativa; Merge.

### Numerical Cognition and Language: A Hypothesis About Their Relationship

#### ABSTRACT

The work discusses a hypothesis about the relationship between numerical cognition and language, which was proposed by a scholar of Chomskyan Linguistics. Initially is presented part of the scientific literature on numerical cognition, focusing on research with human infants. Roughly speaking, infants have a system of exact representation of small numbers (up to three) and another of approximate representation of large numbers. Although there is consensus regarding the system of representation of large numbers, there are divergences regarding the system of representation of small numbers. The author of the hypothesis under discussion considers the existence of two human capacities: the faculty of language and that of natural numbers. Both have in common the use of finite means to produce the discrete infinite. As for language, according to generative grammar, a computational operation called Merge allows grammars, whose elements are in finite numbers to generate an infinite number of linguistic expressions. The author proposes that grammatical number, which generally has words equivalent to one, two and many, reflects the system of precise representation of small numbers. As for larger numbers, in many languages we adopt a cultural invention that is the numerical systems. These arise when the combinatorial recursive operation Merge integrates the two pre-existing basic number systems. That is, Merge interfaces with the faculty of language as well as with the system of exact representation of small numbers and with numerical approximation integrating all three. The possibility of empirical testing of the hypothesis is discussed.

**Keywords:** Numerical cognition; Language; Generative grammar; Merge.

<sup>1</sup> Doutor em Psicologia Experimental pela Universidade de São Paulo (USP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2246-5226>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5560576962648816>. E-mail: [paulo.prado@unesp.br](mailto:paulo.prado@unesp.br).

## Cognição numérica y lenguaje: una hipótesis sobre su relación

### RESUMEN

El texto discute una hipótesis sobre la relación entre cognición numérica y lenguaje, a cual foi propuesta por um estudioso de la Linguística Chomskyana. Inicialmente, é presentada parte de la literatura científica sobre la cognición numérica, centrada en la investigación con bebés humanos. Babies commonly have a system of exact representation of small numbers. Los bebés suelen tener un sistema de representación exacta de números pequeños. (hasta tres) y otro de representación aproximada de grandes números. Hay consenso en cuanto al sistema de representación de números grandes, pero hay divergencias con la relación en el sistema de representación de números pequeños. El autor de la hipótesis en discusión considera la existencia de dos capacidades humanas: la facultad del lenguaje y la de los números naturales. Ambos tienen en común el uso de medios finitos para producir el infinito discreto. Respecto al lenguaje, de acuerdo con una gramática generativa una operación computacional llamada Merge permite que gramáticas, cuyos elementos son en números finitos, generan un número infinito de expresiones lingüísticas. El autor propone que el número gramatical, que generalmente tiene palabras equivalentes a uno, dos y muchos, refleje el sistema de representación exacta de pequeños números. En cuanto a los números mayores, en muchos idiomas se adopta una invención cultural, a saber, los sistemas numéricos. Estos surgen cuando una operación recursiva combinatoria Merge integra los dos sistemas numéricos básicos preexistentes. Es decir, Merge interactúa con la facultad del lenguaje así como con el sistema de representación exacta de números pequeños y con el sistema de aproximación numérica, integrando todos los tres. Se discute la posibilidad de probar empíricamente la hipótesis.

Palabras clave: Cognición numérica; Lenguaje; Gramática Generativa; Merge.

### INTRODUÇÃO<sup>2</sup>

Nas últimas décadas tem havido um acúmulo de evidências e um crescente consenso de que a Matemática possui fundamentos biológicos sobre os quais foi se erigindo ao longo da história e que sustentam sua aprendizagem. Tais fundamentos constituem-se em algumas habilidades que vêm sendo observadas em várias espécies animais, em povos primitivos sem um sistema de educação formal e em bebês humanos. Além disso, pesquisas utilizando tecnologia de imageamento cerebral e outras têm identificado circuitos neurais responsáveis pelo processamento numérico. Há, por conseguinte, razões para se pensar que se trata de habilidades que antecedem a espécie humana, tendo sido herdada por ela de seus ancestrais filogenéticos.

Como se pode imaginar, o tema é complexo e a literatura ampla. Tentando oferecer um texto informativo e, ao mesmo tempo palatável, o presente artigo se limitará a fornecer um vislumbre do conhecimento científico registrado em parte da literatura psicológica sobre capacidades infantis, particularmente no que diz respeito à cognição numérica e discutir uma hipótese sobre sua relação com a linguagem, a qual foi proposta por um estudioso da Linguística chomskyana e diz respeito a uma possível origem do conceito de números naturais.

---

<sup>2</sup> Partes do trabalho aqui apresentado foram publicadas na forma de capítulo de livro em: PRADO, Paulo Sérgio Teixeira. Uma hipótese sobre a relação entre cognição numérica e linguagem. In: BELLO, Suzelei Faria; MACHADO, Andréa Carla. (Orgs.). **Linguagem em foco: perspectivas e interfaces**. p. 109-125. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024.

## COGNIÇÃO E ABSTRAÇÃO NUMÉRICA EM BEBÊS

O avanço das pesquisas sobre a cognição infantil iniciadas entre as décadas de 1970 e 1980 trouxe à luz capacidades surpreendentes, desconhecidas até então e talvez inimagináveis para a maioria das pessoas. Atenção especial tem sido dada a habilidades numéricas. Algumas das primeiras pesquisas sobre o tema investigaram tais habilidades em bebês de cinco (Starkey; Cooper, 1980) e de 10 a 12 meses (Strauss; Curtis, 1981). Observou-se que eles são capazes de discriminar, representar e lembrar pequenos números de itens. Strauss e Curtis (1981) descobriram que bebês com menos de um ano são capazes de discriminar conjuntos de 2 e 3 elementos e, sob determinadas condições, também discriminam entre 3 e 4, porém, não entre 4 e 5. Tendo sido participantes do estudo crianças em fase pré-verbal do desenvolvimento, os autores interpretaram os resultados como indicativos de que as habilidades iniciais de contagem são precedidas por uma consciência perceptual da numerosidade, um provável processo subjacente denominado subitização (relativo a *súbito*), tomado como indicador de que a contagem verbal pode ter precursores presentes já desde tenra infância. À mesma época, Antell e Keating (1983) obtiveram resultados semelhantes com neonatos de apenas 53 horas de vida e, mais recentemente, usando a tecnologia de magnetoencefalografia, Schleger et al. (2014) encontraram evidências de discriminação numérica com estímulos sonoros em recém-nascidos e em fetos no último trimestre de gestação.

Além da discriminação numérica com estímulos visuais ou sonoros, a literatura científica apresenta relatos de emparelhamento, por crianças muito novas, de estímulos de diferentes modalidades sensoriais com base na sua numerosidade. Bebês de sete a oito meses apresentaram tempo de olhar preferencial a conjuntos de elementos visuais cujo número correspondia ao de estímulos sonoros, como batidas em tambor (Starkey; Spelke; Gelman, 1983, 1990). Os autores consideram que a capacidade de emparelhar os estímulos de acordo com sua numerosidade, ignorando a modalidade sensorial à qual pertencem (visual e sonora) evidencia uma abstração da propriedade numérica, a qual é anterior à linguagem e desvinculada dela. Outros estudos com propósitos semelhantes, mas com variações metodológicas, se seguiram.

Coubart et al. (2014) utilizaram um procedimento de emparelhamento auditivo-visual de estímulos numéricos não simbólicos num contexto de tempo de olhar preferencial (detalhes adiante). Depois de se familiarizar com sequências contendo o mesmo número de sons (sílabas), recém-nascidos visualizaram conjuntos de imagens (faces sorridentes coloridas estampadas em

diferentes formas geométricas) na tela do computador, enquanto as sequências auditivas continuavam tocando em segundo plano. O número de imagens podia ser congruente ou incongruente com o número de sons que as acompanhavam. Quando a diferença numérica entre os estímulos era na proporção 1:3, os bebês olhavam por mais tempo para os estímulos visuais numericamente congruentes com os estímulos sonoros (adiante serão apresentados mais detalhes deste estudo).

## **BEBÊS ENUMERAM AÇÕES E ENTIDADES COLETIVAS**

Além das habilidades acima, bebês com idade entre cinco e seis meses também mostraram-se capazes de individualizar ações em movimento contínuo e discriminar seu número. Resumidamente, o procedimento consiste em, inicialmente, familiarizar a criança com um determinado número de saltos executados por uma marionete. O tempo de olhar para a cena é cronometrado e registrado. À medida que a situação se repete, a criança vai gradualmente reduzindo seu tempo de olhar, o que significa que ela se habituou com aquele número de saltos. Numa fase subsequente, de teste, a cena se repete, porém, com a diferença de que o número de saltos com que o bebê foi familiarizado é intercalado com um número de saltos novo, isto é, não familiar. De um modo geral, os resultados obtidos por pesquisas conduzidas dessa forma mostraram que as crianças apresentaram um tempo de olhar aumentado, ou seja, demonstraram surpresa, quando o boneco saltava um número de vezes com o qual elas não estavam familiarizadas (Wynn, 1996; Sharon; Wynn, 1998; Wood; Spelke, 2005).

A cognição humana é altamente complexa e ainda desconhecida, em grande parte, pela ciência psicológica. Isso requer cautela dos pesquisadores para que o conhecimento produzido por meio de suas pesquisas reflita, com a maior fidelidade possível, a realidade. No entanto, apesar de todo cuidado, o questionamento é constante. E assim deve ser. Em pesquisas anteriores, as respostas dos bebês (como o tempo de olhar) poderiam estar sofrendo a influência de variáveis não numéricas, como o comprimento do contorno (a soma dos contornos perceptuais dos itens) ou a área da superfície total dos estímulos; ou poderiam estar refletindo não uma sensibilidade numérica, mas a operação de mecanismos especializados da visão usados para rastreamento e representação de objetos individuais. Em ciência, a dúvida é muito saudável e questões como essas conduziram Wynn, Bloom e Chiang (2002) a raciocinar que as capacidades enumerativas dos bebês talvez não se restrinjam a objetos individuais, como quando os adultos enumeram entidades coletivas: duas dúzias de laranjas, dois fardos de

cerveja, três bandos de pássaros etc. Para testar essa hipótese, foram usados, como estímulos, coleções de pontos que se moviam na tela do computador. Por exemplo: dois conjuntos de três pontos ou três conjuntos de três pontos. Propriedades não numéricas foram cuidadosamente controladas. Após uma fase inicial de habituação, bebês que haviam sido habituados a duas coleções olharam mais tempo para quatro coleções durante o teste, ao passo que aqueles habituados a quatro coleções olharam mais tempo para duas coleções. Ou seja, as respostas se basearam no número de coleções, sugerindo fortemente que as capacidades enumerativas dos bebês não estão limitadas a objetos individuais. Nas palavras dos autores: “[eles] podem individualizar entidades coletivas e tratar uma coleção como um indivíduo para fins de enumeração”<sup>3</sup>, o que significa uma capacidade de “representação numérica genuína” (Wynn; Bloom; Chiang, 2002, p. 60-61).

Até aqui, vimos algumas evidências de que bebês com poucos meses de vida, recém-nascidos e, em alguns casos, fetos, conseguem discriminar pequenos conjuntos de itens, sejam eles visuais ou auditivos. Vimos também que eles são capazes de emparelhar estímulos de diferentes modalidades sensoriais com base em sua numerosidade, o que sugere abstração do número. Em todos esses casos, os estímulos eram estáticos ou apresentados em série, no caso dos sons. Mas os bebês também mostraram sensibilidade ao número numa situação em que tiveram que individualizar atos numa sequência de movimentos contínuos, como pulos de um boneco. Além disso, entidades coletivas, como conjuntos de pontos movendo-se na tela de um computador, foram individualizadas para que se pudesse discriminá-las numericamente, como quando um adulto enumera cardumes, colmeias, trens, times de futebol etc. É uma amostra reduzida dos achados das últimas décadas, mas com evidências bastante robustas de um senso numérico anterior à contagem verbal e independente deste fator linguístico.

## **NO GARIMPO DA CIÊNCIA: A COGNIÇÃO NUMÉRICA SUPORTA OUTRAS FUNÇÕES?**

Em pelo menos um aspecto, a pesquisa científica se assemelha à garimpagem: um achado motiva novas buscas, que produzem novos achados e assim sucessivamente. Uma diferença é que, ao contrário de uma mina qualquer, as fontes do conhecimento (a natureza, o comportamento e a cognição humanos etc.) são inesgotáveis; outra é que, ao contrário de buscar

---

<sup>3</sup> [...] infants can individuate collective entities and treat a collection as an individual for enumeration purposes.

mais do mesmo, os cientistas procuram novidades. Não a novidade por si mesma, mas sim para que se possam estabelecer relações entre o novo e o que já é conhecido, ampliando e enriquecendo o conhecimento e, dessa forma, desenvolvendo soluções para problemas como os de natureza pedagógica e terapêutica e, assim, contribuir, em alguma medida, para melhorias na qualidade de vida.

No garimpo das habilidades numéricas infantis, procurando por novas pepitas Wynn (1992) conduziu um experimento com bebês de cinco meses, no qual, sentado de frente para um palco de fantoches, cada bebê via um ou dois bonecos. A seguir, um anteparo frontal (occludor) se levantava, cobrindo a cena e um boneco era retirado ou introduzido, conforme o caso, por uma abertura lateral, pela mão de um adulto. Isso era feito de maneira que o bebê pudesse ver a operação, pois o anteparo cobria apenas os bonecos e não o palco todo. Na sequência, o anteparo era baixado para que tudo que estivesse no palco pudesse ser visto novamente. Ocorre que, por um fundo falso, um dos auxiliares de pesquisa podia introduzir ou remover bonecos sub-repticiamente, de modo que  $1 + 1$  podia resultar em 2 (resultado esperado) ou 1 (resultado impossível). Igualmente,  $2 - 1$  podia dar 1 ou 2. Os resultados mostraram que os bebês olharam consistentemente por mais tempo para os resultados impossíveis. Uma reação de surpresa. Com base nesses resultados, a autora concluiu que os bebês possuem os rudimentos da aritmética, os quais seriam inatos.

No experimento acima, os bonecos ocupavam sempre as mesmas posições: um ao lado do outro. Isso pode ter se constituído numa pista para que os bebês respondessem com base numa propriedade não numérica dos estímulos. Para dirimir essa dúvida, Koechlin, Dehaene, e Mehler (1997) reproduziram o procedimento de Wynn (1992), com a diferença de que usaram uma base circular giratória sobre a qual os bonecos eram colocados. Dessa forma, quando o anteparo baixava, a posição dos bonecos nunca era a mesma de antes. Apesar dessa modificação no procedimento, os resultados obtidos coincidiram com os da pesquisa anterior. Porém, como alegado anteriormente, o questionamento não cessa e outras questões foram levantadas, dando origem a novos experimentos.

Adultos exibiriam semelhante reação de surpresa numa situação análoga à do experimento de Wynn (1992)? Tal reação possuiria algum correlato neural? E, em caso positivo, esse correlato seria identificável também no cérebro infantil? Respostas a questões como essas foi o que Berger, Tzur e Posner (2006) tentaram encontrar. Para isso, reproduziram o procedimento de Wynn (1992) com algumas modificações. As cenas com bonecos análogas

a operações de adição e subtração foram gravadas em vídeo e apresentadas numa tela de TV. E além de mensurarem o tempo de olhar, os autores usaram a técnica de Potencial Relacionado a Evento (ERP, em inglês) para sondar o que acontecia no cérebro das crianças quando expostas àquelas cenas. Aos adultos, os problemas aritméticos foram apresentados na forma simbólica, com resultados ora corretos, ora incorretos. Sua resposta neural também foi analisada por meio de ERP. De forma resumida, os resultados mostraram que, assim como no experimento de Wynn (1992), os bebês olharam mais tempo para os resultados incorretos. Além disso, sua resposta neural foi compatível com a dos adultos, tendo sido ativadas regiões cerebrais sabidamente relacionadas à reação de surpresa.

Esses experimentos produziram evidências comportamentais e neurocientíficas (biofísicas, neste caso) de que resultados impossíveis de operações aritméticas geram surpresa tanto em adultos como em bebês de poucos meses, donde se pode inferir que a situação experimental produziu nos participantes da pesquisa alguma expectativa sobre os resultados das operações exibidas, a qual foi frustrada quando eles eram incorretos, indicando conhecimento numérico.

Pesquisadores propuseram que o desempenho dos bebês em tarefas como as descritas acima não se basearia em alguma operação aritmética básica, mas numa resposta perceptual geral ao que era exibido visualmente. Cohen e Marks (2002) apresentam dados e argumentos no sentido de que os bebês olham mais tempo para eventos inesperados com base em uma preferência por familiaridade ou por complexidade. Portanto, estaria em aberto a questão sobre se bebês são, de fato, capazes de reconhecer operações aritméticas básicas. Em contraposição ao posicionamento de Cohen e Marks (2002), argumenta-se que bebês humanos podem possuir um mecanismo cognitivo dedicado a representar e raciocinar sobre numerosidades. Se os bebês possuem tal mecanismo, supõe-se que eles possam reconhecer operações aritméticas básicas com estímulos de diferentes modalidades sensoriais. Essa suposição foi avaliada no estudo resumido nos próximos parágrafos.

Tendo como participantes bebês de seis meses, Kobayashi et al. (2004) conduziram um experimento no qual usaram estímulos visuais e auditivos. Durante a habituação, apresentou-se uma animação em computador em que caíam 1, 2 ou 3 objetos. Cada objeto que caía produzia um som ao chocar-se com a parte inferior da tela. Depois, todos saíam de cena. Numa segunda fase, ainda de habituação, um oclisor cobria a cena e os bebês apenas ouviam o som dos objetos caindo. Em seguida, o oclisor era removido, revelando os objetos em número correspondente

ao dos sons. Novamente, os objetos saíam de cena. Na fase de teste, ao ser removido o oclisor, os objetos podiam corresponder ou não ao número de sons. Houve duas condições de teste, com 16 bebês em cada: Na primeira, 1 objeto + 1 tom = 2 objetos (resultado esperado), ou 1 objeto + 2 tons = 2 objetos (resultado impossível). Na segunda, 1 objeto + 2 tons = 3 objetos (resultado esperado), ou 1 objeto + 1 tom = 3 objetos (resultado impossível).

O tempo de olhar para resultados impossíveis foi maior em todas as condições de teste, tendo isso sido observado em 28 dos 32 bebês. Os dados demonstram que o olhar mais longo não depende da preferência por familiaridade com os estímulos ou de sua complexidade, como sugerido por Cohen e Marks (2002). Portanto, os resultados sugerem que os bebês pareciam mais propensos a formar uma expectativa sobre a numerosidade de objetos atrás da tela ao integrar a numerosidade dos objetos visuais que viram e os tons que ouviram. O estudo demonstra que os bebês são capazes de reconhecer operações aritméticas básicas independentemente de modalidades sensoriais e, portanto, podem possuir representações abstratas de número.

Tais habilidades de soma e subtração, com estímulos de uma ou mais modalidades sensoriais, entre outras ainda mais surpreendentes, como, por exemplo, o raciocínio probabilístico sobre objetos não vistos e eventos futuros são possíveis, de acordo com a referida autora, pelo fato de as habilidades numéricas em bebês dependerem de representações de um conjunto de propriedades abstratas interconectadas muito além do alcance de qualquer sistema perceptual (Spelke, 2022, p. 150).

### **TRATA-SE MESMO DE REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA?**

Até aqui, vimos um acúmulo de evidências de que desde a mais tenra idade membros da espécie humana podem lidar com números, pelo menos até 3. Alguns autores consideram esta uma habilidade perceptual. Porém, as variações nas condições de estímulo feitas nas pesquisas apontam para a existência de algum nível de abstração. A questão, então, passa a ser se de fato se trata de uma capacidade numérica ou de uma capacidade para processar unidades individuais em paralelo, em outras palavras, manter vários elementos na memória, simultaneamente. O limite da memória operacional explicaria por que a representação numérica não vai além de 3. Voltando à metáfora do garimpo, lembremos que um achado motiva mais buscas.

Xu e Spelke (2000) investigaram capacidades de bebês de seis meses para representar grandes numerosidades de modo aproximado. Resumidamente, as autoras apresentaram pontos pretos impressos em papel branco aos participantes do estudo. Os pontos eram de diferentes tamanhos – assim a área ocupada por eles não tinha relação com a sua numerosidade – e sua disposição era aleatória, evitando-se a formação de configurações visuais. Dessa forma, tentou-se eliminar a possibilidade de que propriedades não numéricas influenciassem a resposta das crianças.

Num dos experimentos, uma parte dos bebês foi habituada a conjuntos de oito pontos, isto é, os estímulos eram exibidos até que se observasse uma queda no tempo de olhar. Outra parte dos bebês foi habituada a 16 pontos. No segundo experimento, um grupo de participantes foi habituado a oito pontos, tal como no experimento anterior. Porém, um outro grupo foi habituado a coleções de 12 pontos. Na fase de testes (desabituação), participantes que haviam sido habituados a oito pontos foram testados com 16 (Experimento 1) e vice-versa. Do mesmo modo, participantes do Experimento 2 que haviam sido habituados a oito pontos foram testados com 12 pontos e os que haviam sido habituados a 12 foram testados com oito.

Os resultados revelaram que, de um modo geral, houve desabituação (aumento no tempo de olhar) no Experimento 1, mas não no Experimento 2. A variável relevante, neste caso, é a distância numérica entre os conjuntos. Ela é maior entre 8 e 16 do que entre 8 e 12. Tal distância pode ser referida como “razão”: num caso, a razão é de 1:2 e, no outro, ela é menor, ou seja, de 1:1,5. Aqui, vale a pena destacar algumas considerações das autoras.

Discutindo questões suscitadas por pesquisas anteriores no sentido de que variáveis não numéricas (Clearfield; Mix, 1999) ou limitações cognitivas dos bebês, como de memória e atenção, estariam gerando ruído nos resultados, Xu e Spelke (2000) consideram que os dados do seu estudo evidenciam que as respostas dos bebês fundamentam-se em representações numéricas, não em representações de quantidades contínuas (como a área ocupada pelos estímulos, por exemplo) ou numa capacidade atencional limitada. O desenvolvimento do senso numérico se dá espontaneamente. As representações numéricas encontradas em bebês dependem de um mecanismo para representar a numerosidade aproximada, mas não exata, como acontece com pequenos números. Ao defrontar-se com um número grande de objetos, os mecanismos do bebê para rastrear indivíduos ficam sobrecarregados, de modo que, assim, eles focam sua atenção não nos indivíduos, mas na coleção, apreendendo propriedades como a distribuição espacial, densidade e numerosidade. E continuam.

Nossa abordagem faz duas previsões. Primeiro, bebês treinados para responder a relações numéricas com conjuntos grandes devem transferir sua discriminação para outros conjuntos grandes, mas não para conjuntos pequenos o suficiente para que seus membros sejam rastreados como indivíduos. Em segundo lugar, quando as crianças começam a contar, elas devem relacionar as palavras numéricas a representações de objetos individuais (aqueles envolvidos na atenção baseada no objeto) ou a representações de grandes conjuntos (aqueles envolvidos na discriminação numérica aproximada), mas não ambos. À medida que as crianças aprendem os significados das palavras numéricas e o propósito da rotina de contagem, elas podem reunir esses dois tipos de representação para formar uma noção unitária, distintamente humana e dependente da linguagem, de número discreto. Acreditamos que essa previsão recebe algum apoio inicial de estudos de crianças que desenvolvem uma compreensão de contagem e quantificadores (...). Se isso estiver correto, poderia explicar por que as representações numéricas exclusivamente humanas, centradas na propriedade do infinito discreto, estão ligadas à linguagem (...) (Xu; Spelke, 2000, p. 09-10)<sup>4</sup>.

Colocando de outra forma, haveria uma capacidade inata para a representação de objetos individuais, podendo ser representadas simultaneamente até três unidades, e um senso numérico, também inato, o qual se traduz na capacidade de representação aproximada de números maiores do que três, cujo limite seria a razão entre os números. Já na idade pré-escolar, a aprendizagem dos significados das palavras numéricas (ou palavras-número) e dos procedimentos da contagem, bem como de sua finalidade, permitiria à criança reunir esses dois tipos de representação mental para formar a noção de unidade, a qual seria, portanto, dependente da linguagem e fundamental para o desenvolvimento dos conceitos de números naturais.

## **BEBÊS APRESENTAM ABSTRAÇÃO NUMÉRICA, SOMAM E SUBTRAEM**

A busca pela satisfação da curiosidade científica sobre algo tão insondável como a cognição infantil tem exigido muita criatividade dos pesquisadores. O rigor metodológico é igualmente indispensável. E a combinação de tudo isso requer considerável esforço. Não obstante, divergências interpretativas são comuns e, principalmente, necessárias e salutares. McCrink e Wynn (2004) não concordam que capacidade dos bebês de somar e subtrair seja

---

<sup>4</sup> Traduzido do original, em Língua Inglesa: Our account makes two predictions. First, infants who are trained to respond to numerical relationships with large sets should transfer their discrimination to other large sets but not to sets that are small enough for their members to be tracked as individuals. Second, when children first begin counting, they should relate number words either to representations of individual objects (those involved in object-based attention) or to representations of large sets (those involved in approximate number discrimination), but not both. As children learn the meanings of the number words and the purpose of the counting routine, they may come to bring together these two types of representation to form a unitary, distinctly human, and language-dependent notion of discrete number. We believe this prediction receives some initial support from studies of children developing understanding of counting and quantifiers (...). If it is correct, it could explain why uniquely human number representations, centering on the property of discrete infinity, are tied to language.

baseada em processos especializados de rastreamento de objetos, os quais se aplicariam apenas a pequenos números. Elas são favoráveis à ideia de que os bebês possuem um sistema de estimativa para representar numerosidades, o qual seria baseado em magnitudes, sustentando também procedimentos para a computação numérica. O controle de variáveis adotado em seu estudo proporciona um suporte bastante consistente a essa tese.

Os participantes do estudo foram bebês de 9 meses, subdivididos em dois grupos, um dos quais participou na condição experimental soma e outro na condição subtração. Após uma fase inicial de familiarização com a situação e os estímulos, apresentava-se uma animação no monitor de vídeo de um computador. Cinco retângulos de diferentes tamanhos e proporções caíam do alto da tela. Durante a queda, essas formas se esticavam e se encolhiam, de modo que seu tamanho e área ocupada eram inconstantes. Em seguida, elas eram ocultadas por um oclisor, o qual cobria apenas parte da tela.

Então, cinco outros retângulos entravam pela parte lateral esquerda da tela, indo para trás do oclisor. Quando este era removido, o número de figuras revelado podia ser 10 (resultado esperado) ou cinco (resultado impossível). Essa descrição corresponde à condição soma. Na condição subtração, a diferença é que caíam 10 objetos, o oclisor os ocultava e cinco deles podiam ser vistos saindo de trás do oclisor e desaparecendo no alto da tela. Finalmente, o oclisor era removido, revelando 10 (resultado incorreto) ou cinco figuras (resultado correto). De um modo geral, os bebês apresentaram tempo de olhar maior para os resultados impossíveis. Ou seja, os do grupo soma olharam mais tempo para cinco figuras, ao passo que os do grupo subtração apresentaram tempo de olhar aumentado para 10 figuras.

As autoras conduzem a discussão no sentido de que quando variáveis contínuas (como área e comprimento do contorno) são controladas, bebês de 9 meses somam e subtraem números de itens que excedem os limites de rastreamento de objetos individuais, indicando que eles possuem um sistema de estimativa numérica que serve para representar numerosidades, servindo também a procedimentos para computação numérica.

Voltemos ao trabalho de Coubart et al. (2014), em que 80 bebês nascidos há pouco mais de 50 horas ouviam certo número de sílabas simultaneamente à exibição de dois conjuntos de figuras, um dos quais com número correspondente ao de sílabas e outro incongruente. Foram realizados cinco experimentos, cada um com 16 participantes. Em cada experimento, o número de figuras nos conjuntos foi diferente, exceto nos experimentos 3 e 4. Porém, a razão da diferença foi sempre a mesma, qual seja, 1:3.

**Quadro 1** - Apresentação resumida e simplificada dos resultados de Coubart et al. (2014).

	Tempo médio de olhar (s)*		Nº de bebês com maior tempo de olhar
	Nº congruente	Nº incongruente	
Expto. 1 (4 x 12)	31,6	22,8	13
Expto. 2 (2 x 3)	33,1	33,5	07
Exptos. 3 e 4 (2 x 6)	—	—	—
Expto. 5 (3 x 9)	40,2	26,8	15

\*Nos Experimentos 3 e 4, as crianças (13 e 11, respectivamente) olharam mais tempo para o conjunto com 6 itens, independentemente da condição de familiarização.

**Fonte:** Elaboração própria (Prado, 2024).

O Quadro 1 apresenta os resultados de modo simplificado e resumido. Nos experimentos 1 e 5, o tempo de olhar foi maior para os conjuntos com o mesmo número de figuras que o de sons (sílabas) tocando em segundo plano, sendo as diferenças estatisticamente significantes. No Experimento 2, não houve diferença e nos experimentos 3 e 4<sup>5</sup>, os participantes olharam mais tempo para conjuntos de seis figuras, independentemente da condição de familiarização, ou seja, simplesmente preferiram a numerosidade maior.

Os recém-nascidos discriminaram entre 4 e 12, mas não entre 3 e 1, ambos os pares na razão 3:1. Com conjuntos em que esta mesma razão foi mantida, 2 versus 6, os bebês preferiram a numerosidade maior. Portanto, estes resultados (experimentos 3 e 4) não favorecem a hipótese de um sistema separado para pequenas numerosidades. Porém, os bebês se comportaram com as numerosidades 3 e 9 da mesma forma como com 4 e 12, donde se pode concluir que eles apresentam uma dupla dissociação entre pequenas e grandes numerosidades. A fronteira entre essas magnitudes numéricas, porém, parece mudar durante o primeiro ano de vida, situando-se entre 2 e 3 ao nascimento, mas entre 3 e 4 para bebês mais velhos. Isso explicaria a falha em discriminar 2 versus 3 (Experimento 2).

O mesmo sistema de representação pode ser responsável pelo processamento tanto de pequenos quanto de grandes números. Em bebês, esse sistema pode ser mais ruidoso para números pequenos. Alternativamente, é possível que haja dois sistemas: um para processamento de grandes números e outro para números pequenos. Em neonatos, o rastreamento em paralelo seria limitado a dois objetos. Isso implicaria que a capacidade do sistema se modifica, ao longo do primeiro ano de vida, de dois *slots*<sup>6</sup> [sic.] ao nascimento, para três aos 5 meses de idade. A propósito, as autoras mencionam que outras pesquisas

<sup>5</sup> Nos conjuntos com duas figuras usados no teste do Experimento 4, cada figura individual tinha sua área três vezes maior do que em conjuntos de seis figuras, de modo que a área ocupada era sempre igual, independentemente do número de figuras. Dessa forma, fica descartada a possibilidade de uma eventual preferência pela área maior ocupada por conjuntos mais numerosos.

<sup>6</sup> *Slot* é um termo da Informática usado para se referir a um tipo de fenda ou ranhura onde se pode encaixar algum dispositivo, como de memória e outros. Trata-se de uma figura metafórica.

demonstraram aumento na capacidade de memória operacional no primeiro ano de vida, o que corroboraria a ideia de um aumento na capacidade do sistema. Ao final, elas recomendam que estudos futuros sejam feitos a fim de demonstrar de maneira mais direta a existência de um sistema dedicado a pequenas numerosidades.

### **A HIPÓTESE DE HIRAIWA (2017)**

Como vimos, há uma discussão ativa sobre o que estaria subjacente às capacidades numéricas demonstradas pelos bebês. Hiraiwa (2017) se posiciona favoravelmente à teoria de que há dois sistemas centrais de conhecimento: um que possibilita o reconhecimento exato de pequenas numerosidades (até três ou quatro) e outro, chamado sistema de aproximação numérica, que possibilita o reconhecimento aproximado de grandes numerosidades (igual a ou maior do que quatro). Nos dois casos há uma independência da linguagem. A hipótese proposta pelo autor visa responder como esses dois sistemas dão origem aos conceitos de números naturais.

Antes de prosseguirmos, vale destacar que os números naturais são caracterizados por alguns princípios (Spelke, 2017). Um deles é o de unidade mínima e refere-se ao fato de que a menor distância entre dois números é um. Outro princípio é o da sucessão, segundo o qual o sucessor de um número é ele próprio mais um. E um terceiro princípio é o de igualdade exata, ou seja, dois conjuntos cujos elementos podem ser colocados em correspondência um a um têm o mesmo valor cardinal, isto é, são exatamente iguais em número.

Feita essa observação, voltemos às considerações de Hiraiawa (2017). Segundo o autor, existem duas capacidades especificamente humanas: a faculdade da linguagem e a dos números naturais infinitos. Ambas possuem em comum o uso de meios finitos para produzir o infinito discreto. No que diz respeito à linguagem, de acordo com a gramática gerativa uma operação computacional chamada Merge permite que as gramáticas, cujos elementos são em números finitos, gerem um número infinito de expressões linguísticas. Em outras palavras, Merge é o mecanismo recursivo responsável pela aparente infinidade discreta de línguas naturais no sentido de que, quando as línguas são pensadas como conjuntos de expressões, tais conjuntos são infinitos (Destéfano, 2020).

Hiraiwa (2017) afirma que, para N. Chomsky, Merge daria origem à função sucessora. Não obstante, ele próprio argumenta no sentido de que as representações de número nas línguas naturais não revelam qualquer traço direto da função sucessora, o que suscita uma questão sobre

as representações linguísticas dos números naturais e a relação entre tais representações e outros sistemas cognitivos. Numa definição despretensiosa, número gramatical pode ser descrito como: informações morfológicas que indicam singular e plural, como em artigos (o, os, uma, umas), substantivos (chapéu, chapéus), adjetivos (grande, grandes) e terminações verbais (foi, foram). Ou seja, em muitas línguas singular e plural equivalem a um, dois e muitos. De acordo com Hiraiwa (2017), sistemas de numeração gramatical nunca vão além do limite três, não demonstrando, portanto, qualquer traço sintático ou morfológico da função sucessora, embora os números naturais sejam geralmente definidos em termos dessa função. Por conseguinte, o autor propõe que o número gramatical reflete o sistema central de representação precisa de pequenos números.

No que tange os números maiores, em muitas línguas adota-se uma invenção cultural, qual seja, os sistemas numéricos, que, como diz Hiraiwa (2017), desempenham um papel crucial para ultrapassarmos os pequenos números. O mais comum, pelo menos em nossa cultura, é o sistema decimal. Há vários outros. As horas são contadas de acordo com um sistema sexagesimal, isto é, de base 60. O sistema binário, de base 2, vem sendo progressivamente mais empregado graças ao avanço e à popularização da Informática.

Tais sistemas têm sintaxe própria. A título de ilustração, no sistema decimal um numeral com três dígitos, como 358, por exemplo, sintetiza algumas operações que definem seu valor. Trezentos é o mesmo que três centos, isto é, três vezes 100, mais cinco vezes dez, mais oito. E assim os sistemas numéricos passaram a fazer parte das línguas naturais. Do ponto de vista linguístico, sistema numérico é uma classe gramatical que serve para a quantificação, podendo ser cardinal (trinta, noventa e dois etc.), ordinal (terceiro, décimo quinto etc.), multiplicativo (dobro, triplo etc.) e fracionário (dois terços, um décimo etc.).

Para o referido autor, um candidato natural para a origem dessas bases numéricas é o sistema central de representação de magnitudes aproximadas (ou, simplesmente, sistema de aproximação numérica). Tal como propõe a hipótese de Hiraiwa (2017), o sistema numérico surge quando a operação recursiva combinatória Merge integra os dois sistemas básicos pré-existentes de número. Ou seja, Merge faz interface com a faculdade da linguagem, bem como com o sistema de representação exata de números pequenos e com o de aproximação numérica, integrando todos os três.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIPÓTESE DE HIRAIWA (2017)**

Por se tratar de um tema ainda imerso em controvérsias, com questões em aberto, a hipótese de Hiraiwa (2017) pode soar, em alguma medida, precipitada. Mas seria ela passível de teste? O autor nada sugere nesse sentido.

Na literatura sobre habilidades numéricas, nota-se um consenso sobre um sistema de aproximação numérica responsável pelo processamento de números grandes. Porém, no que se refere a números pequenos, alguns autores consideram que seu processamento se dá em nível perceptual, não cognitivo. Porém, de acordo com revisão de literatura conduzida por Hyde (2011), avanços na área demonstram que números pequenos recrutam áreas cerebrais distintas das recrutadas por números grandes. Isso é um forte indicativo de que são, de fato, processados de maneira diferente. Ocorre que, quando estímulos numéricos não simbólicos, como conjuntos de pontos, por exemplo, são exibidos por tempo suficiente, o bebê processa cada elemento como um indivíduo. Se a exibição é breve, não havendo tempo para atenção aos elementos individuais, o conjunto é estimado de maneira aproximada, do mesmo modo como ocorre com grandes conjuntos.

Portanto, o processamento numérico está sujeito a condicionantes. Isso fragiliza a hipótese Hiraiwa (2017), uma vez que sua base fatural carece de maior consistência. Nesse sentido, pesquisas futuras poderiam produzir evidências que exigiriam reformulação da hipótese. A propósito, o autor não chega a sugerir como ela própria poderia ser testada empiricamente.

Há que se considerar ainda que as colocações de Hiraiwa (2017) a respeito de povos primitivos, como os Pirahã e Manduruku – tribos indígenas brasileiras que possuem habilidades numéricas comparáveis às de pré-escolares de ambientes urbanos, que não possuem um sistema numérico e apenas palavras correspondentes a um, dois e muitos – parecem carecer de considerações ulteriores. Por que esses povos não possuem (ou não possuíam, pelo menos até à época em que foram estudados) um sistema numérico? Seria pelo fato de, sendo eles caçadores e coletores, tudo lhes ser provido pelo meio ambiente, não havendo necessidade de criar, cuidar, plantar, colher, armazenar, enfim, quaisquer demandas que exigissem algum tipo de ações administrativas? Se Merge é uma propriedade da língua, por que povos primitivos que apresentam evidências de um sistema de representação numérica e uma gramática – requisitos fundamentais de acordo com Hiraiwa (2017) – não possuem o conceito de números naturais?

Aparentemente, há necessidade de algum fator externo que suscite Merge. Neste caso, parece legítimo questionar se o que produz a integração entre números e linguagem é mesmo

Merge ou um possível fator externo, sendo Merge, portanto, apenas um mediador, ainda assim, supostamente sem testabilidade empírica.

Seja como for, a possibilidade de combinações e recombinações ao infinito de elementos finitos não se limita a capacidades humanas como linguagem, números, música etc., mas presente na natureza como um todo. A matéria, é formada por um número finito de átomos, os seres vivos são compostos por combinações entre elementos orgânicos e inorgânicos, igualmente finitos. Seria Merge algo especificamente humano ou estaria ele subjacente a todo fenômeno combinatório? Em qualquer caso, seria apenas um nome para um princípio matemático de ampla aplicação ou algo empiricamente identificável?

## **CONCLUSÃO**

A discussão aqui conduzida sobre a relação entre cognição numérica e linguagem desenvolveu-se a partir de uma análise dos avanços científicos produzidos por pesquisas com bebês humanos e de uma hipótese proposta por um estudioso da Linguística Comskyana. A literatura psicológica possui um acúmulo de evidências que constituem a base para a conclusão de que os bebês possuem um sistema de representação exata de pequenos números e outro de representação aproximada de grandes números. Apesar de haver consenso quanto ao sistema de representação de números grandes, há divergências com relação ao sistema de representação de números pequenos.

A hipótese de Hiraiwa (2017) sobre a relação entre cognição numérica e linguagem, supõe que tal relação seria a origem do conceito de números naturais. O referido autor considera que a faculdade da linguagem e a dos números naturais têm em comum o uso de meios finitos para produzir o infinito discreto. De acordo com a gramática gerativa, Merge – uma operação recursiva combinatória – permite que as gramáticas, que têm número finito de elementos, gerem um número infinito de expressões linguísticas.

O autor propõe que o número gramatical, que possui palavras correspondentes a um, dois e muitos, reflete o sistema de representação precisa de números pequenos. Considerando que, como afirmado no parágrafo anterior, não há consenso quanto a representação de pequenos números, isso fragiliza a hipótese. Quanto aos números maiores, em muitos idiomas se adotam sistemas numéricos que surgem quando Merge integra os dois sistemas numéricos básicos, integrando-os com a faculdade da linguagem. Portanto, Merge faria interface com três sistemas,

integrando todos eles: dois sistemas numéricos, sendo um para o processamento de números pequenos e outro para o processamento de números maiores, e a faculdade da linguagem.

Aparentemente, a hipótese parece não ser testável experimentalmente, uma vez que Merge é concebida como uma operação cognitiva, supostamente não observável e não mensurável como qualquer outra variável manipulável, a não ser, talvez, por meio de algum sistema de inteligência artificial. Evidências talvez sejam encontráveis por meio de pesquisas linguísticas, históricas e antropológicas. Não obstante, a história das ciências possui exemplos de fenômenos que, inicialmente, eram apenas ideias. Por exemplo, o átomo foi durante muito tempo apenas uma ideia, inicialmente proposta por Demócrito, um filósofo grego da antiguidade. Evidências científicas produzidas séculos depois eram indiretas e ele só foi efetivamente observado em meados do Século XX, graças ao desenvolvimento do Microscópio Iônico de Campo (Castilho, 2003).

Há muitos outros fatos históricos mostrando que o desenvolvimento tecnológico e metodológico torna possível a observação de fenômenos anteriormente inobserváveis. Quando Piaget fez seus estudos sobre o desenvolvimento da criança não havia recursos metodológicos que permitissem a realização de pesquisas com bebês pré-verbais. Atualmente, tais desenvolvimentos trouxeram à luz capacidades infantis inimagináveis até pouco tempo, incluindo a cognição numérica. Talvez, a operação denominada Merge esteja à espera de algo assim para poder ser comprovada empiricamente.

## REFERÊNCIAS

- ANTELL, Sue Ellen; KEATING, Daniel P. Perception of numerical invariance in neonates. **Child Development**, p. 695-701, 1983. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d7cfab15c765c7684ce7a32c744a2f95a7145f17>. Acesso em: 15, nov. 2024.
- BERGER, Andrea; TZUR, Gabriel; POSNER, Michael I. Infant brains detect arithmetic errors. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 33, p. 12649-12653, 2006. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0605350103>. Acesso em: 20, nov. 2024.
- CASTILHO, Caio Mário Castro de. Quando e como o homem começou a "ver" os átomos! **Revista brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 364-373, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/DFrkF9NBMyhz6gmpXbTnVfb/#>. Acesso em: 12, dez. 2024.

COHEN, Leslie B.; MARKS, Kathryn S. How infants process addition and subtraction events. **Developmental Science**, v. 5, n. 2, p. 186-201, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-7687.00220>. Acesso em: 15, out. 2024.

COUBART, Aurélie; IZARD, Véronique; SPELKE, Elizabeth S.; MARIE Julien; STRERI, Arlette. Dissociation between small and large numerosities in newborn infants. **Developmental Science**, v. 17, n. 1, p. 11-22, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/desc.12108>. Acesso em: 26, nov. 2024.

DESTÉFANO, Mariela N. The Problem of Merge. **Análisis Filosófico**, v. 40, n. 1, pp. 63-91, 2020. Disponível em: <https://analisisfilosofico.org/index.php/af/article/view/338>. Acesso em: 1, mar. 2025.

GELMAN, R. Logical capacity of very young children: Number invariance rules. **Child Development**, 43, 75-90. 1972. Disponível em: <https://ruccs.rutgers.edu/images/personal-rochel-gelman/publications/1972LogicalCapacity.pdf> Acesso em: 10, set. 2024.

HIRAIWA, Ken. The faculty of language integrates the two core systems of number. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 351, 2017. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2017.00351/full>. Acesso em: 13, dez. 2024.

KOBAYASHI, Tessei; HIRAKI, Kazuo; MUGITANI, Ryoko; HASEGAWA, Toshikazu. Baby arithmetic: One object plus one tone. **Cognition**, v. 91, n. 2, p. B23-B34, 2004. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010027703001732>. Acesso em: 15, nov. 2024.

KOECHLIN, Etienne; DEHAENE, Stanislas; MEHLER, Jacques. Numerical Transformations in Five-month-old Human Infants. **Mathematical Cognition**, v. 3, n. 2, p. 89-104, 1997. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=98f6d3f41de006de7db110dae068d542dde77cd7>. Acesso em: 5, dez. 2024.

McCRINK, Koleen; WYNN, Karen. Large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. **Psychological Science**, v. 15, n. 11, p. 776-781, 2004. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.0956-7976.2004.00755.x>. Acesso em: 12, dez. 2024.

CLEARFIELD, Melissa Wechsler; MIX, Kelly S. Number versus contour length in infants' discrimination of small visual sets. **Psychological science**, v. 10, n. 5, p. 408-411, 1999. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-9280.00177>. Acesso em: 10, nov. 2024.

PRADO, Paulo Sérgio Teixeira. Uma hipótese sobre a relação entre cognição numérica e linguagem. In: BELLO, Suzelei Faria; MACHADO, Andréa Carla. (Orgs.). **Linguagem em foco: perspectivas e interfaces**. 1ed.São Carlos (SP): Pedro & João Editores, p.109-125, 2024.

SHARON, Tanya; WYNN, Karen. Individuation of actions from continuous motion. **Psychological Science**, v. 9, n. 5, p. 357-362, 1998. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-9280.00068>. Acesso em: 05, ago. 2024.

SCHLEGER, Franziska et al. Magnetoencephalographic signatures of numerosity discrimination in fetuses and neonates. **Developmental Neuropsychology**, v. 39, n. 4, p. 316-329, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87565641.2014.914212>. Acesso em: 13, nov. 2024.

SPELKE, Elizabeth S. Core knowledge, language, and number. **Language Learning and Development**, v. 13, n. 2, p. 147-170, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15475441.2016.1263572>. Acesso em: 20, ago. 2024.

SPELKE, Elizabeth S. **What Babies Know: core knowledge and composition. Volume 1**. Oxford University Press, 2022. Disponível em: <https://academic.oup.com/book/43912>. Acesso em: 12, ago. 2024.

STARKEY, Prentice; SPELKE, Elizabeth S.; GELMAN, Rochel. Detection of intermodal numerical correspondences by human infants. **Science**, v. 222, n. 4620, p. 179-181, 1983. Disponível em: <https://www.harvardlds.org/wp-content/uploads/2017/01/starkey1983-1.pdf>. Acesso em: 19, set. 2024.

STARKEY, Prentice; SPELKE, Elizabeth S.; GELMAN, Rochel. Numerical abstraction by human infants. **Cognition**, v. 36, n. 2, p. 97-127, 1990. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/001002779090001Z?via%3Dihub>. Acesso em: 05, ago. 2024.

STARKEY, Prentice; COOPER JR, Robert G. Perception of numbers by human infants. **Science**, v. 210, n. 4473, p. 1033-1035, 1980. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.7434014>. Acesso em: 25, set. 2024.

STRAUSS, Mark S.; CURTIS, Lynne E. Infant perception of numerosity. **Child Development**, p. 1146-1152, 1981. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1129500?origin=crossref>. Acesso em: 09, set. 2024.

XU, Fei; SPELKE, Elizabeth S. Large number discrimination in 6-month-old infants. **Cognition**, v. 74, n. 1, p. B1-B11, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027799000669?via%3Dihub>. Acesso em: 25, nov. 2024.

WOOD, Justin N.; SPELKE, Elizabeth S. Infants' enumeration of actions: Numerical discrimination and its signature limits. **Developmental Science**, v. 8, n. 2, p. 173-181, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-7687.2005.00404.x>. Acesso em: 01, set. 2024.

WYNN, Karen. Addition and subtraction by human infants. **Nature**, v. 360, n. 6406, p. 768, 1992. Disponível em:

[https://cte.ku.edu/sites/cte/files/documents/portfolios/green%20hoot/PSYC%20430%20Sample%20in-class%20article%20analysis\\_checked.pdf](https://cte.ku.edu/sites/cte/files/documents/portfolios/green%20hoot/PSYC%20430%20Sample%20in-class%20article%20analysis_checked.pdf) Acesso em: 05, nov. 2024.

WYNN, Karen. Infants' individuation and enumeration of actions. **Psychological Science**, v. 7, n. 3, p. 164-169, 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9280.1996.tb00350.x>. Acesso em: 12, dez. 2024.

WYNN, Karen; BLOOM, Paul; CHIANG, Wen-Chi. Enumeration of collective entities by 5-month-old infants. **Cognition**, v. 83, n. 3, p. B55-B62, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027702000082?via%3Dihub>. Acesso em: 12, jan. 2024.