ƯỚC LƯỢNG SỐ LƯỢNG VÀ ĐẾM CHÍNH XÁC Ở TRẺ MẪU GIÁO 5 - 6 TUỔI: SỰ KHÁC BIỆT VỀ CƠ CHẾ NHẬN THỨC VÀ HÀM Ý GIÁO DỤC

Lê Thị Thuý Hà
Học viên Cao học K35, chuyên ngành Giáo dục mầm non, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội
Email: Hale.ltth2501@gmail.com

Tóm tắt: *Không thể phân biệt ước lượng số lượng với đếm chính xác chỉ qua đáp án đúng hay sai, bởi yêu cầu nhiệm vụ và hình thức trả lời ảnh hưởng đến kết quả. Bài báo tổng quan tích hợp 15 công trình, đối chiếu nhóm tuổi, nhiệm vụ, chỉ số đánh giá và giới hạn suy luận. Kết quả cho thấy phán đoán gần đúng vẫn chứa thông tin số lượng; nắm nguyên tắc đếm chưa bảo đảm trẻ liên kết ổn định số từ với biểu diễn độ lớn; nghiên cứu theo chiều dọc chưa xác lập một chiều nhân quả thống nhất giữa tri thức số ký hiệu và không ký hiệu. Từ đó, bài báo đề xuất khung phân định ba tầng: yêu cầu nhiệm vụ, biểu hiện của trẻ và giới hạn suy luận nhận thức. Khung góp phần định hướng thiết kế nhiệm vụ và đánh giá nhận thức số lượng ở trẻ 5 - 6 tuổi, song cần được kiểm định thực nghiệm.*

Từ khóa*: ước lượng số lượng; đếm chính xác; nhận thức số lượng; nhận biết tức thời; trẻ mẫu giáo 5 - 6 tuổi; đánh giá giáo dục.*

NUMEROSITY ESTIMATION AND EXACT COUNTING IN CHILDREN AGED 5 - 6 YEARS: DIFFERENCES IN COGNITIVE MECHANISMS AND EDUCATIONAL IMPLICATIONS

Abstract*: A correct or incorrect answer alone cannot distinguish numerosity estimation from exact counting because the tasks impose different cognitive demands. This focused integrative review synthesizes 15 theoretical and empirical works, comparing samples, task conditions, response formats, and inferential limits. The findings indicate that approximate judgments may convey quantity information without matching the exact total; mastery of counting principles does not guarantee a stable mapping between number words and approximate magnitudes; and longitudinal evidence does not establish a single causal direction between symbolic and nonsymbolic number knowledge. The article proposes a three-layer interpretive framework comprising task requirements, children's observed performance, and the limits of cognitive inference. This framework informs task design and assessment for children aged 5 - 6 years, while its practical utility and measurement properties remain to be empirically tested.*

Keywords: *numerosity estimation; exact counting; numerical cognition; subitizing; preschool children; educational assessment.*

Nhận bài: 13/09/2026 Phản biện: 13/10/2026 Duyệt đăng: 16/10/2026

I. GIỚI THIỆU

Trẻ có thể nhận ra ngay ba chiếc cốc, đếm mười hai khối gỗ hoặc ước lượng khoảng mười lăm hạt, nhưng đáp án chưa đủ xác định quá trình nhận thức. Kết quả đúng có thể từ đếm, nhận biết tức thời hoặc ước lượng tình cờ chính xác; kết quả sai có thể do phán đoán gần đúng hoặc đếm bỏ sót. Các nghiên cứu cho thấy ước lượng có quan hệ với số lượng thực nhưng phụ thuộc phạm vi số từ và hình thức biểu đạt (Huntley-Fenner, 2001; Lipton & Spelke, 2005; Mejias & Schiltz, 2013). Vì vậy, đếm và ước lượng không nên được đánh giá bằng cùng tiêu chí. Các nhiệm vụ ước lượng tập hợp, so sánh số lượng, định vị trục số và tính toán gần đúng cũng không thể thay thế bằng chứng cho nhau. Khác biệt về tuổi, phản hồi và biến đo góp phần giải thích kết quả chưa nhất quán về quan hệ giữa biểu diễn không ký hiệu và tri thức số chính xác (Mou et al., 2023; Morell-Ruiz et al., 2026). Nghiên cứu tập trung vào ba vấn đề: phân biệt yêu cầu nhận thức của ước lượng, đếm và nhận biết tức thời; tổng hợp bằng chứng phát triển và liên hệ với tri thức số; đề xuất nguyên tắc thiết kế, hỗ trợ, đánh giá trẻ 5–6 tuổi. Đóng góp chính là khung ba tầng: yêu cầu nhiệm vụ, biểu hiện thực hiện và giới hạn suy luận.

II. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

2.1. Ước lượng số lượng và đếm chính xác: cơ sở biểu diễn và nguyên tắc đếm

Trong bài báo, ước lượng số lượng là phán đoán gần đúng số phần tử của tập hợp rời rạc mà không xác định tuần tự bằng đếm; không bao gồm ước lượng chiều dài, thời gian hoặc vị trí trục số. Trả lời nhanh chưa chắc là ước lượng vì trẻ có thể nhận biết tức thời tập hợp nhỏ hoặc đếm thầm. Hệ thống số lượng gần đúng (ANS) biểu diễn độ lớn với khả năng phân biệt phụ thuộc tỷ lệ; bên cạnh đó là hệ thống theo dõi chính xác các đối tượng trong tập hợp nhỏ (Feigenson và cộng sự, 2004). Hai hệ thống này không tương ứng đơn giản với ước lượng và đếm bằng lời. Đếm đòi hỏi số từ, ký hiệu và năm nguyên tắc: tương ứng một–một, thứ tự ổn định, số lượng, trừu tượng, không phụ

thuộc thứ tự (Gelman & Gallistel, 1978). Thuộc dãy số chưa chứng minh trẻ hiểu các nguyên tắc, đặc biệt việc số từ cuối biểu thị số lượng tập hợp. Ước lượng không đòi hỏi xác định từng phần tử, nhưng khi trả lời bằng số từ vẫn chịu ảnh hưởng của kinh nghiệm số ký hiệu.

2.2. Nhận biết tức thời và ranh giới giữa các nhiệm vụ xác định số lượng

Nhận biết tức thời (subitizing) gồm nhận biết tri giác và nhận biết cấu trúc qua quan hệ giữa các nhóm nhỏ (Clements, 1999). Schleifer và Landerl (2011) ghi nhận khác biệt thời gian đáp ứng, chuyển động mắt giữa khoảng số lượng nhỏ và khoảng cần đếm, nhưng mẫu chủ yếu lớn hơn 5–6 tuổi. Gray và Reeve (2014) tìm thấy liên hệ giữa xác định số lượng chấm và năng lực số học ở trẻ 42–57 tháng; tuy nhiên, đây không phải nhiệm vụ ước lượng tự do. Do đó, subitizing cần được phân biệt với ước lượng.

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Cách tiếp cận và phạm vi tài liệu

Nghiên cứu sử dụng tổng quan tích hợp có định hướng, kết hợp phân tích khái niệm và đối chiếu thực nghiệm. Tập tư liệu gồm 15 công trình lựa chọn có chủ đích giai đoạn 1978–2026: một sách chuyên khảo và 14 bài báo, bao quát ước lượng tập hợp, lý thuyết đếm, ANS, nghiên cứu dọc và can thiệp giáo dục. Tài liệu được chọn theo mức phù hợp với câu hỏi nghiên cứu, kiểm tra thông tin công bố và loại bản trùng, sai nội dung. Do không tìm kiếm toàn diện theo truy vấn đăng ký trước, nghiên cứu không phải tổng quan hệ thống, không sử dụng sơ đồ PRISMA và không khẳng định bao quát toàn bộ tài liệu.

3.2. Xuất xứ học thuật, khả năng truy nguyên và độ tin cậy của nguồn

Thông tin tác giả, năm, tạp chí hoặc nhà xuất bản, tập, trang, mã bài và DOI được đối chiếu để truy nguyên nguồn. Tập tư liệu gồm 14 bài trên chín tạp chí và một sách của Harvard University Press. Độ tin cậy được xem xét theo ba tiêu chí: khả năng kiểm tra nguồn gốc; mức phù hợp của mẫu, nhiệm vụ, chỉ số với trẻ 5–6 tuổi; sức mạnh thiết kế và giới hạn nghiên cứu. Uy tín xuất bản không thay thế mức phù hợp: nghiên cứu trục số hoặc trẻ lớn tuổi không được coi là bằng chứng trực tiếp về ước lượng tập hợp ở trẻ mẫu giáo.

Bảng 1. Xuất xứ công bố và vai trò của các nhóm bằng chứng trong tổng quan

Nhóm bằng chứng	Nguồn công bố có thể truy nguyên	Phạm vi sử dụng trong bài báo
Trực tiếp về ước lượng	Cognition (Elsevier); Child Development (Wiley/SRCD); Frontiers in Psychology (Frontiers).	Huntley-Fenner; Lipton & Spelke; Le Corre & Carey; Mejias & Schiltz: đối tượng và nhiệm vụ gần câu hỏi trung tâm.
Lý thuyết và phương pháp đo	Trends in Cognitive Sciences (Cell Press); Nature (Nature Portfolio); Developmental Science (Wiley); PLOS ONE (PLOS); Teaching Children Mathematics (NCTM); Harvard University Press.	Phân định hệ thống số, đếm, subitizing, dấu hiệu thị giác; công trình lý luận hoặc sư phạm không thay cho thực nghiệm trực tiếp.
Quan hệ phát triển và giáo dục	Child Development (Wiley/SRCD); Journal of Experimental Child Psychology (Elsevier); Frontiers in Psychology (Frontiers).	Nghiên cứu theo chiều dọc, can thiệp và tổng quan hệ thống; giới hạn suy rộng do tuổi, loại nhiệm vụ, mức tiếp cận toàn văn.

3.3. Phân loại bằng chứng và quy trình đối chiếu

Tài liệu được phân theo độ gần với câu hỏi. Nhóm trực tiếp gồm Huntley-Fenner (2001), Lipton và Spelke (2005), Le Corre và Carey (2007), Mejias và Schiltz (2013), với nhiệm vụ trẻ ước lượng số phần tử. Nhóm cơ sở nhận thức giải thích nguyên tắc đếm, biểu diễn số lượng, subitizing và giới hạn do thông tin thị giác. Nhóm hỗ trợ bao gồm nghiên cứu theo chiều dọc, ước lượng trục số và can thiệp. Kết quả các nhóm này không được sử dụng như bằng chứng tương đương cho ước lượng tập hợp. Mỗi công trình được ghi nhận đối tượng, độ tuổi, loại nhiệm vụ, hình thức phản hồi, chỉ số đánh giá và thiết kế nghiên cứu. Các kết quả cùng vấn đề được đối chiếu để xác định điểm thống nhất, kết quả khác biệt và giả thuyết cạnh tranh. Kết luận được phân theo ba mức: bằng chứng trực tiếp từ ước lượng tập hợp, bằng chứng hỗ trợ từ nhiệm vụ khác và đề xuất sư phạm còn cần thử nghiệm. Đây là phân tích nội dung

có định hướng, không phải mã hóa độc lập bởi nhiều người đánh giá. Trong quá trình chuẩn bị bản thảo, công cụ trí tuệ nhân tạo tạo sinh được sử dụng để hỗ trợ cấu trúc, bản nháp, đối chiếu luận điểm và biên tập ngôn ngữ; không tạo dữ liệu thực nghiệm hoặc tài liệu tham khảo mới. Việc xác minh nguồn, lựa chọn bằng chứng và trách nhiệm nội dung thuộc tác giả.

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đối chiếu các nghiên cứu trực tiếp về ước lượng số phần tử

Bốn nghiên cứu cho thấy cần phân biệt khả năng xử lý số lượng gần đúng với yêu cầu nhiệm vụ. Huntley-Fenner (2001) cho 15 trẻ 5–7 tuổi quan sát 5, 7, 9 và 11 hình vuông trong 250 mili giây: 28% trả lời chính xác, 55% sai lệch không quá một đơn vị; phán đoán ổn định hơn ở trẻ lớn, nhưng mẫu năm trẻ mỗi nhóm tuổi chưa đủ xác lập chuẩn phát triển. Lipton và Spelke (2005) nghiên cứu 27 trẻ khoảng 5 tuổi rưỡi (15 đếm thành thạo, 12 chưa thành thạo trong phạm vi đến 100) với 20–120 phần tử: nhóm thành thạo ánh xạ số lượng–số từ tốt hơn, trong khi nhóm còn lại vẫn so sánh không ký hiệu chính xác dù khó biểu đạt ngoài vốn số từ. Le Corre và Carey (2007), qua nhiệm vụ "Fast Cards" với 116 trẻ từ 3 tuổi đến 5 tuổi 7 tháng và 1–10 vòng tròn, ghi nhận một số trẻ hiểu nguyên tắc đếm nhưng chưa ánh xạ ổn định số từ lớn hơn bốn với độ lớn gần đúng. Mejias và Schiltz (2013) cho 74 trẻ (42 trẻ 4–5 tuổi, 32 trẻ 5–6 tuổi) quan sát 8–64 chấm trong một giây: phán đoán biến thiên theo số lượng, thường cao hơn thực tế; trẻ lớn và đầu ra không ký hiệu có sai số thấp hơn. Vì vậy, chấm đúng–sai chưa đủ phản ánh khả năng ước lượng; khó khăn biểu đạt bằng số từ hoặc ký hiệu cũng chưa chứng minh hạn chế phân biệt số lượng.

Bảng 2. Đối chiếu bằng chứng trực tiếp về ước lượng số phần tử ở trẻ nhỏ

Công trình	Mẫu và nhiệm vụ	Bằng chứng có thể sử dụng	Giới hạn suy luận
Huntley-Fenner (2001, pp. B30 - B36)	15 trẻ 5 - 7 tuổi; 5, 7, 9, 11 phần tử; quan sát nhanh	Sai số và độ biến thiên cho biết điều mà chấm đúng - sai bỏ sót	Mẫu rất nhỏ; không phải chuẩn đánh giá theo tuổi
Lipton & Spelke (2005, pp. 980 - 987)	27 trẻ khoảng 5 tuổi; tập hợp 20 - 120; trả lời bằng số từ	Khả năng ánh xạ độ lớn - số từ khác với phân biệt số lượng không ký hiệu	Phân nhóm theo đếm đến 100; không phải can thiệp
Le Corre & Carey (2007, pp. 405 - 420)	116 trẻ 3 - 5 tuổi 7 tháng; thẻ nhanh 1 – 10	Hiểu nguyên tắc đếm chưa đồng nghĩa ánh xạ số từ lớn vào độ lớn gần đúng	Nhiều trẻ dưới nhóm tuổi 5 - 6; yêu cầu nhận thức nhiều thành tố
Mejias & Schiltz (2013, pp. 4 - 9)	74 trẻ 4 - 6 tuổi; 8 - 64 chấm; đầu ra ký hiệu/ không ký hiệu	Mức sai số phụ thuộc độ tuổi, loại đầu ra và đặc điểm nhiệm vụ	So sánh nhóm; không suy ra quan hệ nhân quả

Bảng 2 cho thấy phán đoán chưa chính xác vẫn chứa thông tin về số lượng, nhưng không thể gộp cơ học các kết quả: Huntley-Fenner nghiên cứu sai số; Lipton và Spelke, Le Corre và Carey khảo sát liên kết số từ; Mejias và Schiltz so sánh hai dạng đầu ra. Vì vậy, cần phân biệt nhiệm vụ phân biệt độ lớn, nêu số ước lượng và tái tạo tập hợp. Các chỉ số cũng phản ánh những thuộc tính khác nhau: sai số tuyệt đối thể hiện độ lệch, hệ số biến thiên phản ánh dao động tương đối (Mejias & Schiltz, 2013). Một câu trả lời gần đúng chưa chứng minh khả năng ổn định (Huntley-Fenner, 2001). Độ sai lệch, hướng thiên lệch và độ ổn định giúp mô tả kết quả đầy đủ hơn đúng–sai, nhưng không tự xác định cơ chế nhận thức. Ngoài ra, kích thước, diện tích, mật độ chấm có thể ảnh hưởng kết quả so sánh không ký hiệu (Szűcs và cộng sự, 2013). Do nghiên cứu này khảo sát trẻ 7 tuổi và người lớn, kết quả chỉ là cảnh báo phương pháp, không phải bằng chứng trực tiếp cho trẻ 5–6 tuổi.

4.2. Quan hệ phát triển: bằng chứng liên kết và giới hạn suy luận nhân quả

Halberda và cộng sự (2008) ghi nhận tương quan giữa độ nhạy số lượng không ký hiệu ở tuổi 14 với thành tích toán những năm trước, nhưng không chứng minh quan hệ nhân quả hay hiệu quả can thiệp ở trẻ 5–6 tuổi. Nghiên cứu dọc của Mou và cộng sự (2023) trên 216 trẻ, tuổi trung bình ban

đầu 3,86, cho thấy tri thức số từ dự báo độ chính xác của hệ thống số lượng gần đúng (ANS) về sau; chiều ngược lại không đạt ý nghĩa tương ứng đối với tri thức số từ hoặc năng lực toán. Tuy nhiên, một số mô hình chỉ còn 73 hoặc 101 trẻ; phân tích chiều quan hệ mang tính khám phá, chưa tiền đăng ký, nên chưa thể loại trừ vai trò của ANS. Ouyang và cộng sự (2021), theo dõi 138 trẻ qua hai thời điểm, cũng ghi nhận kỹ năng giải toán có lời văn dự báo xử lý số lượng gần đúng, nhưng không thấy chiều ngược tương ứng. Một quan hệ liên quan đến trục số có thể chịu ảnh hưởng của ức chế thống kê; do thiếu toàn văn chính thức, nghiên cứu chỉ được dùng làm bằng chứng hỗ trợ. Morell-Ruiz và cộng sự (2026) nghiên cứu 114 trẻ mẫu giáo Thụy Điển; nhóm thực nghiệm chơi ba buổi ước lượng trục số 0–20 có phản hồi, cải thiện độ chính xác trục số và chuyển giao nhỏ sang toán học sớm. Dữ liệu ghi nhận dự báo hai chiều giữa năng lực số ký hiệu và không ký hiệu, nhưng tương tác đối chiếu một đường dự báo giữa hai nhóm chưa đạt ý nghĩa hai phía ($p = .090$); hậu kiểm chỉ cung cấp bằng chứng có điều kiện, chưa xác lập cơ chế nhân quả hai chiều cho ước lượng tập hợp. Khác biệt về tuổi, nhiệm vụ và thiết kế giải thích phần nào sự không đồng nhất giữa các nghiên cứu. Mejias và Schiltz (2013) cũng thấy liên hệ giữa tri thức số và ước lượng rõ hơn ở trẻ lớn. Do đó, quan hệ phát triển cần được xem xét theo nhiệm vụ, kinh nghiệm và giai đoạn, thay vì giả định một chiều nhân quả duy nhất.

4.3. Kết quả tổng hợp: khung phân định ba tầng khi nghiên cứu và đánh giá trẻ

Bài báo đề xuất khung phân định ba tầng: (1) Yêu cầu nhiệm vụ: ước lượng, đếm, so sánh hay định vị số, cùng điều kiện trình bày và trả lời; (2) Biểu hiện quan sát: kết quả, sai số, độ ổn định, thao tác, thời gian và giải thích; (3) Giới hạn suy luận: kết luận được gì và chưa loại trừ yếu tố thị giác, tri thức số từ hoặc chú ý nào. Khung giúp tránh đồng nhất nhận biết tức thời tập hợp nhỏ với đếm, hoặc so sánh chấm với ước lượng tự do. Trả lời đúng nhờ đếm chưa chứng minh khả năng ước lượng không đếm; chưa nêu được số từ cũng chưa chứng minh hạn chế phân biệt độ lớn. Đây là công cụ lý luận từ tổng quan, cần kiểm tra tính hữu ích và độ tin cậy ở trẻ 5–6 tuổi.

4.4. Hàm ý giáo dục từ kết quả tổng quan

4.4.1. Thiết kế nhiệm vụ theo mục tiêu nhận thức thay vì theo đáp án

Nhiệm vụ đếm cần quan sát sự phối hợp số từ–đối tượng và xác định số lượng cuối cùng; nhiệm vụ ước lượng cần yêu cầu phán đoán trước khi đếm. Không nhất thiết trình chiếu nhanh như phòng thí nghiệm, nhưng phải kiểm soát điều kiện phù hợp mục tiêu (Le Corre & Carey, 2007). Tập hợp quá nhỏ dễ được nhận biết tức thời; quá lớn có thể làm kết quả phụ thuộc vốn số từ. Có thể bổ trợ bằng chọn hoặc tái tạo tập hợp, nhưng phải đánh giá riêng vì các đầu ra không tương đương (Lipton & Spelke, 2005; Mejias & Schiltz, 2013).

4.4.2. Kết nối ước lượng với đếm kiểm chứng: giá trị và giới hạn

Có thể tổ chức "ước lượng–đếm–đối chiếu", hỏi căn cứ phán đoán trước khi đếm để trẻ nhận ra chênh lệch. Tuy nhiên, Lipton và Spelke (2005), Le Corre và Carey (2007) chưa trực tiếp kiểm nghiệm quy trình này. Lặp lại ước lượng không phản hồi chưa tạo tiến bộ rõ trong ngắn hạn (Huntley-Fenner, 2001); luyện tập trục số có phản hồi chỉ hỗ trợ gián tiếp (Morell-Ruiz và cộng sự, 2026). Cần so sánh điều kiện có, không có bước đếm và đánh giá kết quả duy trì.

4.4.3. Chơi có hướng dẫn và mức hỗ trợ của giáo viên

Skene và cộng sự (2022) tổng quan 39 nghiên cứu, phân tích gộp 17 nghiên cứu, ghi nhận lợi thế nhỏ của chơi có hướng dẫn so với dạy trực tiếp ở một số kỹ năng toán sớm ($g = 0,24$). Khác biệt thiết kế và mẫu hạn chế suy rộng; chưa thể khẳng định hiệu quả riêng đối với ước lượng số phần tử ở trẻ 5–6 tuổi. Giáo viên có thể yêu cầu trẻ dự đoán số vật liệu, giải thích và kiểm tra, thay đổi bố trí để đối chiếu dấu hiệu thị giác. Đây là đề xuất sư phạm, chưa được kiểm định hiệu quả.

4.4.4. Đánh giá quá trình và hướng nghiên cứu

Đánh giá cần ghi cả điều kiện và sản phẩm. Với đếm, theo dõi kết quả, tương ứng một–một, thứ tự số từ và nguyên tắc số lượng; với ước lượng, ghi mục tiêu, phán đoán, sai lệch, hướng thiên lệch và dao động qua nhiều lượt. Giải thích sau gợi ý không đủ xác định cơ chế nội tại; thang đo cần kiểm tra độ tin cậy, tính giá trị và phạm vi số phù hợp (Huntley-Fenner, 2001; Mejias & Schiltz,

2013). Tập tư liệu chỉ có bốn nghiên cứu trực tiếp về ước lượng số phần tử, chưa kiểm nghiệm quy trình ước lượng rồi đếm. Nghiên cứu tiếp theo cần kiểm soát thuộc tính thị giác, kết hợp đầu ra ký hiệu và không ký hiệu, ghi nhận chiến lược, thử nghiệm phản hồi với nhóm so sánh và đo theo dõi.

V. KẾT LUẬN

Tổng hợp 15 công trình cho thấy đúng–sai chưa đủ phân biệt ước lượng, đếm và nhận biết tức thời tập hợp nhỏ. Khả năng xử lý gần đúng xuất hiện sớm, nhưng kết quả phụ thuộc nhiệm vụ, phạm vi số và hình thức biểu đạt. Biểu diễn gần đúng có quan hệ phát triển với tri thức số chính xác, song chưa xác lập chiều nhân quả thống nhất. Khung ba tầng giúp phân tích yêu cầu nhiệm vụ, hành vi và giới hạn suy luận. Các hàm ý giáo dục mới là định hướng lý luận; cần phát triển công cụ đánh giá và thực nghiệm ở trẻ 5–6 tuổi để kiểm tra giá trị ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Clements, D. H. (1999). Subitizing: What is it? Why teach it? Teaching Children Mathematics, 5(7), 400 - 405. https://doi.org/10.5951/TCM.5.7.0400

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. Trends in Cognitive Sciences, 8(7), 307 - 314. https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). The child's understanding of number. Harvard University Press.

Gray, S. A., & Reeve, R. A. (2014). Preschoolers' dot enumeration abilities are markers of their arithmetic competence. PLOS ONE, 9(4), Article e94428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094428

Halberda, J., Mazzocco, M. M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. Nature, 455, 665 - 668. https://doi.org/10.1038/nature07246

Huntley-Fenner, G. (2001). Children's understanding of number is similar to adults' and rats': Numerical estimation by 5 - 7-year-olds. Cognition, 78(3), B27 - B40. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00122-0

Le Corre, M., & Carey, S. (2007). One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. Cognition, 105(2), 395 - 438. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.10.005

Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2005). Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. Child Development, 76(5), 978 - 988. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00891.x

Mejias, S., & Schiltz, C. (2013). Estimation abilities of large numerosities in kindergartners. Frontiers in Psychology, 4, Article 518. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00518

Morell-Ruiz, M., Ternblad, E.-M., Tärning, B., Holmer, S., Haake, M., & Gulz, A. (2026). Number-line estimation training in preschoolers supports early mathematical development and is associated with a stronger approximate-to-symbolic numerical pathway. Frontiers in Psychology, 17, Article 1883264. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1883264

Mou, Y., Zhang, B., & Hyde, D. C. (2023). Directionality in the interrelations between approximate number, verbal number, and mathematics in preschool-aged children. Child Development, 94(2), e67 - e84. https://doi.org/10.1111/cdev.13879

Ouyang, X., Yang, Y., Zhang, X., & Zhang, Q. (2021). Longitudinal relations between the approximate number system and symbolic number skills in preschool children. Journal of Experimental Child Psychology, 212, Article 105254. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105254

Schleifer, P., & Landerl, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development. Developmental Science, 14(2), 280 - 291. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.00976.x

Skene, K., O'Farrelly, C. M., Byrne, E. M., Kirby, N., Stevens, E. C., & Ramchandani, P. G. (2022). Can guidance during play enhance children's learning and development in educational contexts? A systematic review and meta-analysis. Child Development, 93(4), 1162 - 1180. https://doi.org/10.1111/cdev.13730

Szűcs, D., Nobes, A., Devine, A., Gabriel, F. C., & Gebuis, T. (2013). Visual stimulus parameters seriously compromise the measurement of approximate number system acuity and comparative effects between adults and children. Frontiers in Psychology, 4, Article 444. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00444